

Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Area Didattica di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Dipartimento di Fisica “Ettore Pancini”



Laurea triennale in Ottica e Optometria

**L'applicazione di lenti a contatto individuali dopo
trapianto corneale**

Relatori:

Prof. Stanislao Reppucci

Candidato:

Alessio Mariaconcetta

M44000609

A.A. 2020/2021

A me stessa.

*Alla mia tenacia,
che mi ha preso per mano quando volevo mollare.*

INDICE	
INTRODUZIONE	4
CAPITOLO I – SUPERFICIE OCULARE ANTERIORE	5
1.1 Cornea	5
1.2 Sclera	8
1.3 Congiuntiva	9
CAPITOLO II – TRAPIANTO CORNEALE	10
2.1 Indicazioni chirurgiche	10
2.2 Tecniche chirurgiche	15
2.3 Complicanze post operatorie	17
CAPITOLO III – PERCORSO PRE-APPLICATIVO	19
3.1 Storia del caso e valutazione dello stato refrattivo	19
3.2 Topografia corneale	19
3.3 Esame biomicroscopico	21
3.4 Valutazione della funzionalità lacrimale	22
CAPITOLO IV – LE LENTI A CONTATTO	25
4.1 Le tipologie e l’adattamento	25
4.1.1 Lac RGP	25
4.1.2 Lac piggyback	29
4.1.3 Lac ibride	30
4.1.4 Lac morbide	31
4.1.5 Lac sclerali	32
4.2 Valutazione dell’applicazione	34
4.3 Complicanze	35
CONCLUSIONI	38
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	39

INTRODUZIONE

La scelta di trattare l'applicazione delle lenti a contatto dopo il trapianto corneale come argomento della mia tesi deriva dall'interesse verso la contattologia, stimolato in me durante il corso di laurea ed incrementato grazie allo svolgimento del tirocinio presso un centro ottico, che si occupa di contattologia avanzata e dunque di correggere difetti visivi complessi.

La cheratoplastica è un tipo di trapianto che permette di sostituire totalmente o parzialmente gli strati corneali danneggiati da patologie che provocano gravi diminuzioni della vista. Nonostante le tecniche chirurgiche si siano evolute negli anni, l'astigmatismo dopo l'intervento resta la principale complicazione, per cui il contattologo su indicazione del medico oculista, applica lenti a contatto speciali per soddisfare le esigenze visive del paziente operato.

Questo elaborato si pone come obiettivo quello di stilare un protocollo applicativo per lenti a contatto che possa essere utilizzato per i diversi casi di applicazione su cornee trapiantate, pertanto vengono mostrati gli aspetti basilari della cheratoplastica, che permetteranno di capire le problematiche ad essa associate e di identificare la tipologia di lente più idonea sia nell'aspetto fisiologico che visivo.

La tesi è articolata in 4 capitoli:

Nel primo viene fornita un'introduzione sulla struttura della superficie oculare anteriore.

Nel secondo capitolo vengono espone le condizioni che portano al trapianto corneale, le diverse tecniche chirurgiche e le complicanze associate al post intervento.

Nel terzo capitolo viene mostrato un percorso pre applicativo che aiuta a determinare l'idoneità all'uso delle lenti a contatto, valutando lo stato refrattivo, i parametri corneali e le condizioni di lacrimazione.

Nel quarto capitolo vengono illustrate le tipologie di lenti a contatto in grado di compensare l'astigmatismo post operatorio con le diverse tecniche di adattamento in base al caso da trattare e vengono considerate le principali complicanze indotte dall'uso delle lenti.

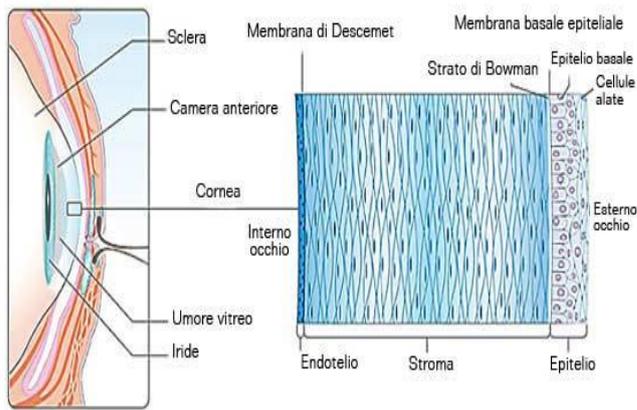
SUPERFICIE OCULARE ANTERIORE

1.1 CORNEA

La Cornea è una membrana che origina dalla tonaca fibrosa del bulbo oculare e costituisce un sesto del suo spessore, mentre i restanti cinque sesti sono costituiti dalla sclera. I suoi diametri, orizzontale e verticale, sono rispettivamente di 12 mm e 11,5 mm; il raggio di curvatura della superficie anteriore è di 7,8 mm, mentre quello della superficie posteriore è di 6,5 mm. La cornea rappresenta la componente più importante del sistema ottico oculare. Il potere di rifrazione della superficie convessa anteriore è +48,8D; il potere della superficie concava posteriore è -5,8 D, quindi il suo potere convergente totale è di 43,00 D; tale potere, però, non è uguale su tutti i meridiani, in quanto il loro raggio di curvatura è variabile, infatti solo nella zona ottica centrale (circa 4 mm) la curvatura sarebbe perfettamente sferica. Il suo spessore centrale oscilla tra 520-540 μm , invece quello periferico è di circa 700 μm . Ha un indice di rifrazione pari a 1,376.

La cornea è un tessuto trasparente, riccamente innervato che le conferisce un'elevata sensibilità dolorifica ed avascolare, per cui riceve nutrimento dall'umor acqueo, un fluido acquoso secreto dal corpo ciliare e contenuto nella camera anteriore dell'occhio.

La sua funzione principale è quella di consentire il passaggio della luce verso le strutture oculari interne e questo avviene anche grazie alla sua trasparenza dovuta alla regolare distribuzione delle lamelle stromali e all'assenza dei vasi sanguigni poiché la loro presenza offuscherebbe la cornea impedendole così di rifrangere la luce correttamente e questo influirebbe negativamente sulla vista.



Istologicamente, la cornea è composta dall'esterno all'interno da:

Figura 1: Rappresentazione degli strati corneali

- **Epitelio Corneale:** è un epitelio squamoso, pluristratificato (6-8 strati), non cheratinizzato, di spessore 50 μm . Vi si distinguono:
 - Cellule superficiali o alari: che sono quelle più superficiali formando i primi due strati; sono appiattite e dotate di microvilli, che hanno un'importanza fondamentale nella capacità nutritiva, assorbente e protettiva per la cornea.
 - Cellule intermedie: disposte in 3-5 strati
 - Cellule basali: rappresentano lo strato più posteriore, sono di forma poliedrica e hanno la capacità di rigenerare l'epitelio corneale in caso di lesioni poiché secernono una membrana basale, che ha un ruolo importante nelle funzioni cellulari, comprese quelle coinvolte nella guarigione.

L'epitelio ha la funzione di barriera, efficace contro l'ambiente esterno, che protegge l'occhio dagli agenti infettivi.
 - **Membrana di Bowman:** è una struttura priva di cellule e fibrosa sulla quale poggia l'epitelio corneale, spessa circa 12 μm , composta principalmente da collagene organizzato come fibrille disposte casualmente. Questa disposizione fibrillare si uniforma con lo stroma sottostante.
- Essa è resistente ai danni; tuttavia, in caso di trauma, non può rigenerarsi, portando alla sua necessaria sostituzione con tessuto epiteliale o tessuto cicatriziale stromale.

- *Stroma*: compone la maggior parte del volume corneale con il suo spessore di circa 500 μm ; E' costituito da un insieme di lamelle sovrapposte e disposte parallelamente alla superficie corneale, formate da fibrille collagene parallele tra loro. Tra una lamella e l'altra sono presenti cheratociti e fibroblasti che vanno a sintetizzare la matrice extracellulare nella quale stanziano, aiutando a mantenere l'integrità e la stabilità strutturale della cornea. La precisa organizzazione delle fibre e delle cellule è fondamentale per mantenere la trasparenza corneale ed un'adeguata idratazione stromale.
- *Strato di Dua*: inserito tra lo stroma corneale e la membrana di Descemet, ha uno spessore di circa 15 μm , è privo di cellule e composto da 5 a 8 lamelle, formate da fasci di collagene di tipo 1 disposti in direzione trasversale, longitudinale e obliqua. E' stato scoperto recentemente all'Università di Nottingham dal professore di oftalmologia e scienze visive Harminder Singh Dua, durante uno studio di trapianto corneale, in cui è stata impiegata la tecnica "Big Bubble" con la quale si è proceduto ad immettere aria nello stroma.
- *Membrana di Descemet*: è trasparente, omogenea e priva di cellule, con uno spessore di 3-5 μm , si trova tra lo stroma corneale e l'endotelio, fungendo da membrana basale dell'endotelio corneale. E' costituita da una lamina anteriore formata da fibre collagene e proteoglicani che le conferiscono elasticità e da una lamina posteriore costantemente prodotta dalle cellule endoteliali. Essa consente l'ingresso di nutrienti e macromolecole nello stroma corneale e contribuisce all'integrità corneale che è fondamentale per l'idratazione e la trasparenza corneale.
- *Endotelio corneale*: costituito da un singolo strato di cellule poliedriche, esso mantiene la deturgescenza della cornea tramite pompe ioniche che determinano la fuoriuscita di acqua dallo stroma all'umor acqueo garantendo così la trasparenza corneale. Inoltre le cellule endoteliali corneali sono unite da giunzioni discontinue e questo consente il trasporto di nutrienti dall'umore acqueo agli strati più superficiali della cornea. Queste cellule non possono dividersi o replicarsi, quindi quando vengono perse, quelle che rimangono impiegano cambiamenti di forma o dimensione per riempire gli spazi nell'endotelio.

Essendo l'ultimo strato che regola il metabolismo corneale, la sua disfunzione causa l'alterazione di tutta la cornea.

1.2 SCLERA

La sclera è la parete bianca opaca che circonda l'intero occhio, sebbene sia visibile solo la sua porzione anteriore. Ha uno spessore di circa 1 mm in vicinanza del nervo ottico e si assottiglia anteriormente fino a circa 0,3 mm.

È costituita da fasci di tessuto connettivo, che contengono fibre di collagene ed elastiche che si intrecciano tra loro in varie direzioni. Le fibre di collagene essendo disposte casualmente, diffondono la luce e conferiscono alla sclera il suo colore bianco.

Strutturalmente è suddivisa in:

- **Episclera**: sottile strato di tessuto connettivo che si trova immediatamente sotto la congiuntiva; contiene fasci di collagene, fibroblasti e melanociti occasionali, oltre alle fibre nervose non mieliniche. È densamente vascolarizzato per cui parte del nutrimento della sclera proviene da esso.

- **Stroma**: tessuto denso bianco che dona colore all'area, costituito da fibroblasti e fibre di collagene che si fondono nell'Episclera.

- **Lamina fusca**: è lo strato più interno della sclera, caratterizzato dall'abbondanza di cellule pigmentate o melanociti, per lo più migrati dalla coroide, che conferiscono un colore più scuro alla porzione posteriore della sclera. La lamina fusca è separata dalla coroide da un sottile spazio noto come spazio sovracoroideale.

La sclera svolge diverse funzioni, tra cui quella di proteggere e mantenere la forma del bulbo oculare, oltre a fare da sostegno alle membrane più interne permettendo l'inserzione dei tendini dei muscoli dell'occhio.

1.3 CONGIUNTIVA

La congiuntiva è una sottile membrana mucosa, traslucida e vascolarizzata che unisce e copre la superficie anteriore del bulbo oculare e il lato posteriore delle palpebre. Essa è suddivisa in:

- **Congiuntiva bulbare:** è un tessuto sottile, semitrasparente, incolore che copre la sclera fino al limbus.

-**Congiuntiva palpebrale:** è un tessuto spesso, opaco, rosso che copre la superficie interna delle palpebre superiori ed inferiori. Essa è ulteriormente suddivisa in zone marginali, tarsali e orbitali. La congiuntiva marginale è una zona di transizione tra la pelle della palpebra e la congiuntiva vera e propria. La congiuntiva tarsale è uno strato fibroso relativamente liscio che conferisce alla palpebra la sua forma caratteristica.

-**Congiuntiva dei fornici:** costituisce la giunzione tra la congiuntiva bulbare e quella palpebrale e la sua flessibilità permette alle palpebre e al bulbo oculare di muoversi liberamente.

Istologicamente, la congiuntiva marginale e bulbare sono composte da epitelio squamoso stratificato e non cheratinizzato, mentre quella tarsale e dei fornici sono rivestite da epitelio cubico stratificato. Lo spazio tra la congiuntiva palpebrale e bulbare è il sacco congiuntivale che si apre alla fessura palpebrale. Inoltre la congiuntiva contiene ghiandole lacrimali e cellule caliciformi. Le ghiandole lacrimali accessorie e le ghiandole sebacee di Meibomio aiutano a produrre i costituenti acquosi e lipidici del film lacrimale, mentre le cellule caliciformi forniscono la componente mucosa del film lacrimale.

La principale funzione della congiuntiva è quella di mantenere umida e lubrificata la superficie anteriore dell'occhio e la superficie interna delle palpebre facilitando il movimento di esse senza causare irritazioni agli occhi. Inoltre protegge l'occhio da polvere, detriti e microrganismi che potrebbero causare infezioni ed essendo un tessuto vascolarizzato, fornisce nutrienti all'occhio e alle palpebre.

TRAPIANTO CORNEALE

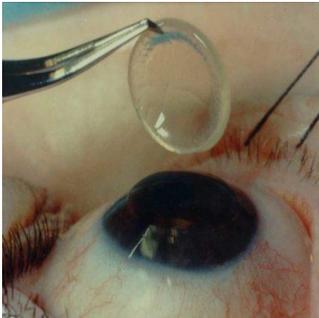


Figura 2: Trapianto corneale

Il trapianto corneale è una procedura chirurgica mediante la quale il tessuto corneale malato viene rimosso e sostituito con un innesto corneale proveniente da una banca degli occhi, una struttura sanitaria con il compito di raccogliere, conservare e distribuire tessuti oculari adatti ai trapianti.

Gli innesti corneali vengono eseguiti per ripristinare la funzione visiva, per impedire la perdita dell'integrità del globo e per migliorare l'aspetto estetico.

2.1 INDICAZIONI CHIRURGICHE

Le indicazioni per un trapianto corneale includono quanto segue:

- Ectasie corneali

Cheratocono

Il cheratocono è una malattia progressiva, asimmetrica e non infiammatoria della cornea, caratterizzata dall'assottigliamento e deformazione della porzione centrale della cornea, che aumentando il suo raggio di curvatura, assume la forma di un cono provocando miopia e astigmatismo irregolare.

Il cheratocono insorge generalmente alla pubertà e progredisce fino alla terza o quarta decade di vita, quando solitamente si assesta.

L'eziologia del cheratocono rimane poco chiara ma, atopia, sfregamento degli occhi, ereditarietà e uso di lenti a contatto sono comunemente associati ad esso.

Per la diagnosi esistono diverse metodiche:

- Topografia corneale: è il metodo più accurato per evidenziare un cheratocono iniziale.
- Biomicroscopio: aiuta a rilevare anomalie negli strati della cornea, evidenziando la presenza di strie sottili e verticali nello stroma profondo (strie di Vogt) che scompaiono con la

pressione esterna del bulbo e la presenza di depositi ferrosi epiteliali (anello di Fleischer) che circondano la base del cono e sono ben visualizzabili con il filtro blu.

- Pachimetro: misura lo spessore corneale e se quest'ultimo risulta essere minore di 0,48 mm è indicazione quasi certa di cheratocono.

- Oftalmometro: permette di osservare il riflesso irregolare delle mire, che formano tra loro un certo angolo, detto angolo di Amsler ed in base al suo valore si può classificare il cheratocono in quattro stadi:

1° STADIO: CHERATOCONO FRUSTO

Angolo di Amsler da 0° a 3°

2° STADIO: CHERATOCONO EVIDENTE

Angolo di Amsler da 4° a 8°

3° STADIO: CHERATOCONO ECLATANTE

Angolo di Amsler > 8°

4° STADIO: CHERATOCONO ACUTO

Angolo di Amsler non misurabile

Per il miglioramento visivo e la gestione dell'astigmatismo, nei casi lievi possono essere utilizzati occhiali o lenti a contatto morbide toriche. Nella maggior parte dei casi però, sono necessarie lenti a contatto RGP ma se quest'ultime non soddisfano, è possibile usare altri design al fine di neutralizzare l'astigmatismo corneale irregolare ed avere un miglioramento della vista. Quando i pazienti diventano intolleranti o non beneficiano più delle lenti a contatto, la chirurgia è l'opzione successiva.



Figura 3: Cornee cheratoconiche

Degenerazione marginale pellucida

La degenerazione marginale pellucida (PMD) è una malattia degenerativa della cornea, non infiammatoria, caratterizzata da assottigliamento della regione inferiore e periferica della cornea, inducendo un astigmatismo contro regola, evidenziato con il modello topografico a “chela di granchio”. È un raro disturbo corneale che condivide molte caratteristiche cliniche con altre ectasie corneali, come il cheratocono, ma rispetto a quest’ultimo, solitamente insorge più tardi e progredisce più lentamente.

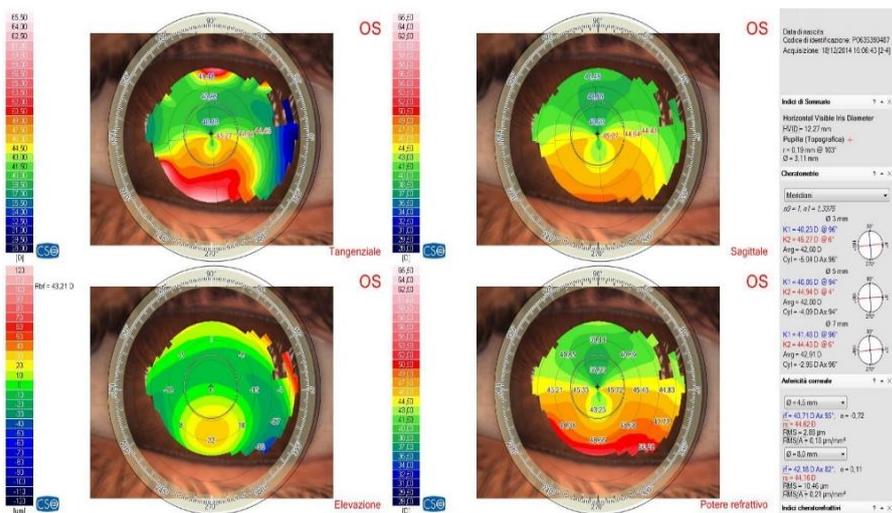


Figura 4: PDM evidenziata da una valutazione topografica

- Distrofie corneali

Le distrofie corneali sono malattie genetiche, causate dalla mutazione di alcuni geni che coinvolgono la cornea. Esse sono progressive per cui peggiorano nel tempo e possono essere sia monolaterali che bilaterali; si manifestano con opacità corneali che riducono l’acuità visiva a seconda della loro localizzazione e profondità.

Queste distrofie possono essere trattate con colliri, speciali bende oculari o lenti a contatto per impedire lo sfregamento delle palpebre contro la cornea, ma se la loro forma è grave potrebbe essere necessario un trattamento chirurgico.

In base agli strati corneali che colpiscono, sono raggruppate in tre categorie principali: anteriori, stromali e posteriori.

Le *distrofie anteriori* colpiscono i due strati esterni della cornea: epitelio e membrana di Bowman ed includono:

- Distrofia della membrana basale epiteliale
- Distrofia di Meesmann
- Distrofia di Reis-Bucklers

Il tipo più comune di questo gruppo è la ***distrofia epiteliale microcistica di Cogan***; Essa mostra una membrana basale inspessita e replicata su se stessa, sviluppando irregolarità lineari grigiastre “ad area geografica” o concentriche simili ad impronte digitali, che causano instabilità della visione con astigmatismi intermittenti e possono verificarsi erosioni idiopatiche che causano dolore e lacrimazione.

Le *distrofie stromali* insorgono spesso nella prima decade di vita e sono caratterizzate da lesioni che interessano lo stroma causando un deterioramento della vista con erosioni corneali ricorrenti. Una delle più comuni è la ***distrofia corneale reticolare***; essa è una malattia autosomica dominante caratterizzata da accumuli sferoidali di amiloide nello stroma centrale che fanno assumere alla cornea la forma di un reticolo.

Le *distrofie posteriori* interessano la membrana di Descemet e l'endotelio.

Quella più diffusa è la ***distrofia di Fuchs***; colpisce per lo più le donne ed insorge in età adulta intorno ai 50 anni. È caratterizzata da un danneggiamento dell'endotelio con riduzione del numero delle cellule endoteliali implicando edema corneale che progredendo riduce l'acuità visiva e può esordire la cheratopatia bollosa.

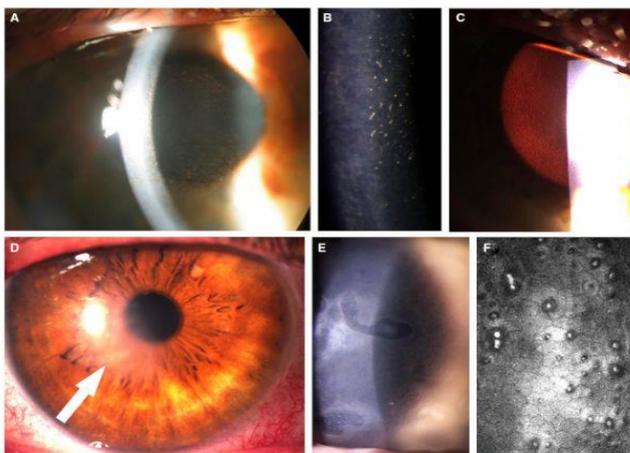


Figura 5: Distrofia di Fuchs

- Cheratiti

La cheratite è una condizione infiammatoria che colpisce la cornea dei portatori di lenti a contatto.

Essa esordisce con dolore, fotofobia, iperemia e lacrimazione ma spesso questi sintomi sono accompagnati da offuscamento della vista e percezione di corpo estraneo.

A seconda dell'origine, possiamo distinguere la cheratite infettiva e non infettiva.

La cheratite infettiva può essere causata da:

- **Batteri:** *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* sono i batteri più comuni che provocano la cheratite batterica.
- **Funghi:** la cheratite fungina è procurata da *Aspergillus*, *Candida* o *Fusarium*.
- **Parassiti:** *Acanthamoeba* è un protozoo presente nel suolo, aria e acqua e causa la cheratite da *Acanthamoeba*; essa è collegata all'uso improprio di lac, alla presenza di parassiti nei liquidi a contatto con gli occhi ma può insorgere anche dopo un trauma oculare.
- **Virus:** la cheratite virale è generata principalmente dal virus dell'herpes simplex, che progredisce dalla congiuntivite alla cheratite.

La cheratite non infettiva invece è indotta da traumi come interventi chirurgici, penetrazione di oggetti nell'occhio, da uso prolungato di lenti a contatto e da esposizione alla luce solare intensa.

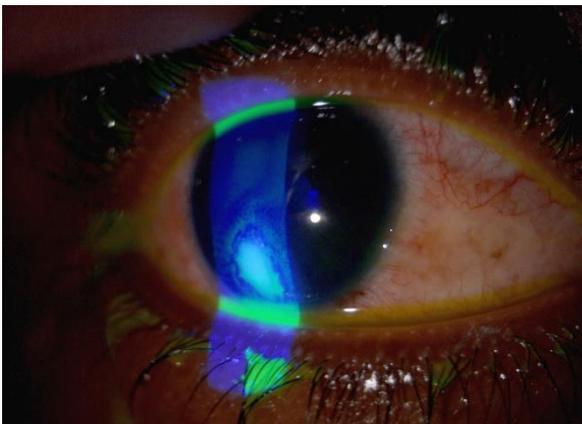


Figura 6: Ulcera corneale osservata in lampada a fessura

Indossare lenti a contatto aumenta il rischio di sviluppare cheratite infettiva e non infettiva, soprattutto se portate durante il sonno. Se non trattata può causare cicatrici corneali, infiammazione cronica, pieghe nella cornea note come ulcere corneali oltre a danni permanenti alla vista per cui il soggetto sarà costretto a sottoporsi al trapianto corneale.

2.3 TECNICHE CHIRURGICHE

Cheratoplastica è un termine che include tutti gli interventi chirurgici corneali ed in base alle necessità e alle patologie corneali, è possibile adoperare tecniche diverse, più o meno invasive.

Si distinguono due tipi principali di chirurgia:

1) CHERATOPLASTICA PENETRANTE (PK)

La PK è stato il primo trapianto corneale eseguito con successo nel 1905 da un oculista austriaco Eduard Zirm su un paziente con ustioni alcaline bilaterali e da allora, esso ha ottenuto il ripristino della vista in molti pazienti con patologia corneale e viene eseguito principalmente in caso di cicatrici estese, opacità congenite, cheratocono e degenerazione marginale pellucida, ulcere o perforazioni corneali infettive o non infettive.

È una procedura di trapianto in cui la cornea viene sostituita in ogni suo strato: viene utilizzata una trefina di diametro appropriato per eseguire una resezione a tutto spessore della cornea del paziente, seguita dal posizionamento di un innesto corneale del donatore che viene fissato utilizzando suture interrotte e/o continue, posizionate in modo radiale alla stessa tensione per ridurre al minimo l'astigmatismo postoperatorio.

Successivamente, le suture vengono rimosse selettivamente per ridurre la quantità di astigmatismo presente.

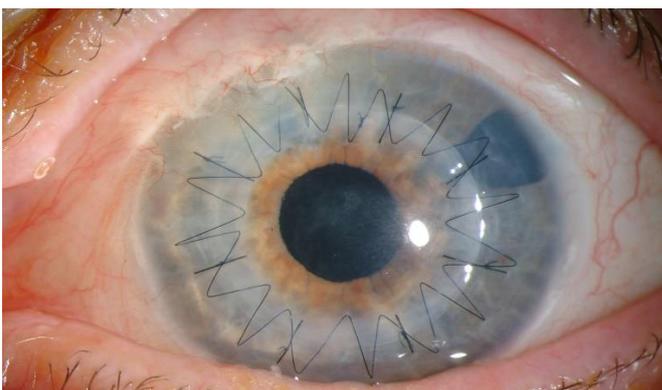


Figura 7: Innesto PK con combinazione di suture interrotte e continue

2) CHERATOPLASTICA LAMELLARE (LK)

Con gli anni, le tecniche di cheratoplastica si sono evolute considerevolmente e sono state ideate tecniche di sostituzione tissutale selettiva che consentono di preservare il tessuto corneale sano ed evitare i rischi associati all'innesto a tutto spessore.

Sono state sviluppate diverse tecniche di cheratoplastica lamellare, difatti esse si suddividono in cheratoplastiche anteriori e posteriori, in base allo strato da sostituire.

La **cheratoplastica lamellare anteriore (ALK)** si riferisce al trapianto dei soli strati corneali anteriori quindi può essere eseguita quando la patologia interessa solo la parte anteriore della cornea, dall'epitelio fino allo stroma, con endotelio sano. I vantaggi di ALK rispetto al PK includono la riduzione del rischio di rigetto dell'innesto endoteliale, il mantenimento dell'integrità strutturale, la riduzione delle potenziali complicanze associate alle procedure ad occhio aperto come l'emorragia espulsiva intraoperatoria o l'endofthalmitis postoperatoria poiché consente un intervento chirurgico a globo chiuso ed inoltre diminuisce l'incidenza di un elevato astigmatismo post intervento.

Essa viene ulteriormente classificata in cheratoplastica lamellare anteriore superficiale (SALK) e cheratoplastica lamellare anteriore profonda (DALK)

La **SALK** è indicata per patologie limitate ad un terzo anteriore dello stroma centrale come cicatrici ed opacità superficiali; mentre la **DALK** mira a rimuovere e sostituire lo stroma corneale totale, pertanto è indicata in caso di cicatrici più profonde che non coinvolgono la membrana di Descemet, ectasie corneali e distrofie stromali.

La **cheratoplastica lamellare posteriore (EK)** invece sostituisce l'endotelio lasciando intatti gli strati superficiali ed è indicata principalmente per patologie che compromettono la funzionalità dell'endotelio portando ad una progressiva imbibizione corneale con perdita di trasparenza; distinguiamo due forme posteriori, la **DSAEK** e la **DMEK**, le quali differenziano tra loro per lo spessore della lamella trapiantata, che nel caso della DSAEK comprende anche un sottile strato di stroma profondo per cui è un intervento chirurgico più invasivo.



Figura 8: Cornea post DSAEK e dopo asportazione delle suture

DMEK offre la riabilitazione visiva più rapida di qualsiasi tecnica di cheratoplastica fino ad oggi e poiché viene trapiantato meno tessuto, vi è un minor rischio di rigetto ed una minore dipendenza a lungo termine degli steroidi topici.

2.4 COMPLICANZE POST OPERATORIE

Dopo il trapianto, la cornea presenta una sensibilità centrale significativamente ridotta rispetto la norma e può risultare edematosa, con uno spessore maggiore che tende a ritornare normale nell'arco di alcuni giorni o settimane grazie anche all'uso di steroidi topici; inoltre può verificarsi una perdita delle cellule endoteliali, con la migrazione di esse dalla cornea centrale alla periferia.

I rischi del trapianto di cornea includono:

- **Rigetto:** è la risposta immunologica dell'ospite al tessuto del donatore. Si manifesta con dolore, arrossamento e diminuzione della vista e viene trattato con steroidi topici.
- **Glaucoma:** è una delle cause più comuni di perdita visiva irreversibile ed è la seconda causa principale di fallimento dell'innesto dopo il rigetto. Un aumento della pressione intraoculare (IOP) in qualsiasi momento dopo il trapianto corneale porta a una significativa perdita di cellule endoteliali, con conseguenze disastrose poiché la riserva endoteliale è già bassa.
- **Cheratite infettiva post-cheratoplastica (PKIK):** comporta un alto rischio di complicazioni come il rigetto ed il fallimento dell'innesto e, meno comunemente, l'endoftalmite. I corticosteroidi topici sono spesso necessari per ridurre il rischio di rigetto del trapianto, ma il loro uso nella PKIK può agire come un'arma a doppio taglio in quanto può peggiorare l'infezione.

Una delle complicanze più comuni associate alla cheratoplastica è l'**astigmatismo postoperatorio**, difficilmente regolare e più spesso irregolare, che impedisce ai pazienti di raggiungere un'acuità e qualità visiva soddisfacente nonostante il mantenimento di un innesto corneale trasparente.

Esso deriva da vari fattori, come:

- La gravità del disturbo sottostante, infatti una cheratoplastica eseguita per cheratocono è stata associata ad un astigmatismo postoperatorio più elevato rispetto ad altre indicazioni.
- Le dimensioni dell'innesto, in quanto innesti di grande diametro inducono meno astigmatismo.
- L'età del donatore, poiché le cornee recuperate dai bambini spesso hanno una cheratometria molto ripida con alto astigmatismo e possono indurre un significativo cambiamento miopico nel ricevente dopo l'intervento.
- La posizione e tensione dei punti di sutura.
- La disparità donatore-ricevente.

La gestione dell'astigmatismo post cheratoplastica avviene in due fasi: quando le suture sono ancora presenti e quando sono state rimosse. L'eccessivo astigmatismo indotto dalle suture viene gestito mediante la rimozione selettiva di esse, lungo il meridiano più curvo. Dopo la rimozione delle suture, l'astigmatismo, può essere gestito mediante correzione ottica come occhiali e lenti a contatto.

Sebbene gli occhiali siano utili, il loro uso è limitato nei casi di astigmatismo irregolare e anisometropia significativa, per cui si utilizzano le lenti a contatto. Quando queste due soluzioni non riescono comunque a fornire risultati visivi ottimali, possono essere prese in considerazione varie tecniche chirurgiche.

PERCORSO PRE APPLICATIVO

Al fine di prescrivere una lente a contatto è necessario sottoporre il paziente a degli esami preliminari, che permettono di conoscere lo stato refrattivo, i parametri corneali, lo stato del segmento anteriore dell'occhio e le condizioni di lacrimazione, così da selezionare la lente che meglio si adatti alle caratteristiche oculari.

3.1 STORIA DEL CASO E VALUTAZIONE DELLO STATO REFRAATTIVO

L'anamnesi mira a raccogliere notizie del soggetto, che possono aiutare ad identificare l'eventuale problema andando ad analizzare quelle che sono le esigenze fisiologiche e di vita quotidiana del portatore ed in base a quelle trovare una soluzione adeguata. Essa, dunque, si svolge chiedendo informazioni al portatore sull'attività lavorativa e sportiva; inoltre bisogna conoscere le condizioni di salute generale come la presenza di patologie, infezioni o uso di farmaci, ma è anche importante essere informati sulla salute oculare, comprese allergie e sindrome dell'occhio secco.

Dopo un'accurata anamnesi, si prosegue con l'esame visuo-optometrico per la valutazione dello stato refrattivo del soggetto post intervento corneale, eseguito allo stesso modo che si mette in atto quando si deve prescrivere una correzione con occhiali.

3.2 TOPOGRAFIA CORNEALE

La determinazione della curvatura corneale è di primaria importanza e la procedura standard nella pratica delle lenti a contatto è misurare la cornea con un cheratometro ma, esso offre soltanto una stima della misura, limitata alla zona centrale della cornea con diametro di circa 4 mm e non fornisce informazioni sulla periferia della cornea, per cui è stato parzialmente

sostituito dal topografo corneale, che invece descrive accuratamente la forma della superficie corneale lungo tutti i meridiani.



Figura 9: Topografia corneale

Il topografo utilizza come mira il disco di Placido, caratterizzato da una serie di anelli concentrici bianco-neri che vengono proiettati sulla cornea ed il film lacrimale riflette l'immagine, che viene catturata da una telecamera digitale.

Per fornire un'analisi immediata dell'immagine riflessa, viene adottato un approccio computazionale; in particolare, un processo algoritmico rileva ed identifica la posizione degli anelli, presentando i risultati sotto forma di mappe colorimetriche, assegnando i colori freddi alle aree corneali più piatte, mentre i colori caldi alle aree più curve. Il software di

videocheratografia, oltre a calcolare la curvatura corneale, è in grado di determinare l'eccentricità corneale e le irregolarità della superficie, per cui consente di prendere decisioni sull'adattamento delle lenti a contatto con maggiore sicurezza. Inoltre, al giorno d'oggi tutti gli strumenti sono dotati anche di un programma per progettare la lente a contatto ottimale in base alla mappa corneale, insieme a modelli di fluoresceina simulati.

Le mappe della topografia corneale possono essere visualizzate in diversi modi.

Il formato più comune è noto come **mappa assiale**, che misura la curvatura di un punto della superficie corneale in direzione assiale rispetto al centro quindi è possibile avere una rapida panoramica del potere corneale ed è ideale per la selezione della curva base di una lente a contatto perché rappresenta il valore medio della curvatura corneale centrale ma, non rappresenta con precisione la forma della cornea. Dunque per questa informazione, è utile la **mappa tangenziale**, che permette di misurare la potenza e la curvatura in singoli punti della cornea in maniera più accurata ed è per questo più indicata per l'applicazione di lenti a contatto, in quanto bisogna essere consapevoli dei precisi cambiamenti della curvatura corneale. Per determinare il miglior design di una lente da adattare ad una cornea irregolare, in particolare quando si decide tra una lente RGP corneale o sclerale, è importante **la mappa di elevazione**, che rappresenta l'altezza di un punto della superficie corneale rispetto ad una superficie sferica di riferimento, in modo da trasmettere la vera forma della superficie anteriore della cornea e predire il successo dell'applicazione.

3.3 ESAME BIOMICROSCOPICO



Figura 10: Biomicroscopio

Il biomicroscopio o lampada a fessura consente di valutare il bulbo oculare e di individuare condizioni che potrebbero essere rilevanti per l'uso delle lenti a contatto, per cui svolge un ruolo essenziale sia nella fase pre-applicativa che durante e dopo.

Lo strumento è costituito da un sistema di illuminazione e da un sistema di osservazione; entrambi possono essere spostati attorno a un centro di rotazione comune in modo che vi sia un punto di messa a fuoco comune, ma possono anche essere disaccoppiati per utilizzare metodi di illuminazione indiretti.

Il **sistema di illuminazione** è composto da una sorgente luminosa che può essere regolata in altezza, grandezza e forma, sulla superficie in esame.

Inoltre possono essere incorporati dei filtri, che servono a migliorare la visibilità in modo da valutare meglio il segmento anteriore. Il **filtro verde** viene utilizzato per evidenziare la vascolarizzazione poiché aumenta il contrasto dei vasi sanguigni, che appariranno neri; Il **filtro grigio** riduce l'evaporazione del film lacrimale quindi viene utilizzato per i test lacrimali; il **filtro diffusore** serve per evitare l'abbagliamento; il **filtro blu cobalto** mette in risalto la fluoresceina, utilizzata sia per valutare l'applicazione delle lenti a contatto e sia per valutare l'integrità della superficie corneale.

Il **sistema osservante** comprende un microscopio ad alta risoluzione che consente di valutare le strutture oculari con ingrandimenti compresi tra 6x e 40x. Al suo interno è presente anche un **filtro giallo** che, abbinato al filtro blu, migliora il contrasto della fluoresceina poiché consente la trasmissione della luce fluorescente, bloccando la luce blu riflessa dalla superficie corneale.

Esistono vari metodi di illuminazione, tra cui:

L'illuminazione diretta è una tecnica in cui i due sistemi formano tra loro un angolo tra 40° e 60° ed i loro fuochi coincidono, per cui si osserva il punto che si sta illuminando. Inizialmente viene scelta una fessura più ampia che consente di fare un controllo generale dei tessuti, dopodiché viene ristretta per produrre una sezione ottica e fatta passare perpendicolarmente attraverso la cornea, per osservare l'andamento corneale, gli strati corneali e le opacità. Un parallelepipedo è una sezione ottica con fessura più ampia e consente l'osservazione di cicatrici corneali ed infiltrati; questo può essere ridotto in altezza per formare un fascio conico, che se proiettato attraverso la pupilla rileva particelle presenti nella camera anteriore.

L'illuminazione indiretta è una tecnica in cui le zone osservate non sono direttamente illuminate dalla lampada a fessura ma da luce diffusa o riflessa da strutture adiacenti ed è utile per evidenziare alterazioni ed irregolarità di superficie. La *retroilluminazione* è una tecnica indiretta in cui la luce viene riflessa dall'iride per osservare la trasparenza corneale, la presenza di corpi estranei o di depositi sulle lenti a contatto.

L'illuminazione diffusa si esegue inserendo il filtro di diffusione nel sistema illuminante in modo che la luce risulti sfuocata consentendo di fare un controllo generale dell'occhio e degli annessi esterni con bassi ingrandimenti.

3.4 VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ LACRIMALE

Il film lacrimale ha un ruolo importante nell'uso delle lenti a contatto poiché mantiene l'idratazione, determina la bagnabilità, funge da superficie rifrangente anteriore primaria, fornisce una funzione antimicrobica, aiuta a rimuovere i batteri e deposita proteine, lipidi e mucina sulla superficie della lente; dunque un'attenta valutazione della funzionalità lacrimale, sia prima che durante l'uso delle lenti a contatto, è utile nel promuovere il successo dell'applicazione, soprattutto in seguito al trapianto di cornea, dato che i soggetti in esame possono presentare un minore riflesso lacrimale, causato dalla rottura delle fibre nervose durante l'intervento di cheratoplastica.

I metodi per esaminare il film lacrimale possono essere suddivisi in qualitativi, che valutano la stabilità, e quantitativi che invece valutano la quantità di secrezione.

I **test qualitativi** sono:

- Il **BUT** (Brek up time) è un test invasivo che valuta la stabilità del film lacrimale. Si instilla la fluoresceina e mediante il biomicroscopio con filtro blu cobalto, dopo aver fatto ammiccare il soggetto, si analizza il tempo in cui il film lacrimale resta integro sulla cornea fino alla comparsa di zone secche prive di fluoresceina; il tempo di rottura è considerato anomalo se è inferiore a 5 secondi.

- Il **NIBUT** valuta il tempo di rottura del film lacrimale ma a differenza del primo non è invasivo, quindi non si instilla fluoresceina ma può essere effettuato con diversi strumenti come il topografo o l'oftalmometro. Si proiettano le mire sulla cornea e si va a calcolare il tempo che intercorre tra l'ultimo ammiccamento e la prima distorsione delle mire, che rappresenta la rottura ed un valore di 25/30 secondi è considerato normale.

- Il **test della linea nera** valuta lo spessore del film lacrimale; si instilla fluoresceina e si invita il soggetto ad ammiccare cosicché all'apertura dell'occhio si avrà la formazione di una linea nera adiacente al menisco lacrimale inferiore, che viene analizzata con la lampada a fessura e se ampia ed irregolare indica un ridotto spessore lacrimale.

- Il **test del rosa bengala/verde lissamina** evidenzia le cellule devitalizzate sulla cornea e congiuntiva e rileva il muco nel film lacrimale grazie all'azione dei due coloranti; a differenza del rosa bengala che all'instillazione punge leggermente, il verde lissamina è indolore.

I pattern di colorazione sono classificati su una scala graduata da 0 a 3, in cui vengono valutate tre zone della superficie oculare intra palpebrale e sommando il voto di ciascuna sezione, un valore maggiore di 3,5 è indicativo di secchezza oculare.

- Il **ferning test** valuta la componente proteica delle lacrime e viene eseguito facendo asciugare una goccia di lacrima su un vetrino in modo che la componente acquosa evapori e rimane soltanto la componente proteica, che si cristallizza e attraverso il microscopio si osserva il fenomeno della felcizzazione; se essa risulta assente o alterata è segno di una situazione patologica.

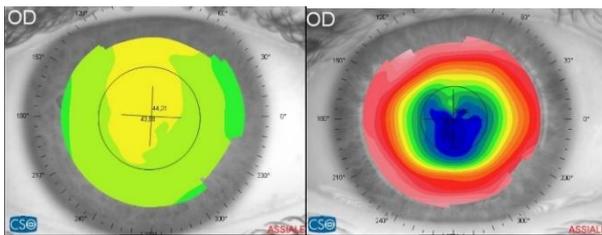
- Il **test di dinamica lacrimale** valuta il film lacrimale focalizzando le particelle in esso disperse, attraverso la lampada a fessura; se le particelle si muovono lentamente è indice di viscosità.

I **test quantitativi** sono:

- Il **test di Schirmer 1** valuta la secrezione basale e riflessa e si esegue inserendo una striscia di carta bibula lunga 30-35 mm nel fornice congiuntivale inferiore nel lato tempiale, dopo 5 minuti si va a misurare la lunghezza della porzione di striscia bagnata ed i soggetti con una produzione lacrimale normale otterranno valori compresi tra 10 e 30 mm.
- Il **test di Shirmer 2** quantifica solo la lacrimazione riflessa; si esegue allo stesso modo dello Shirmer 1 ma, si utilizza un anestetico e richiede la stimolazione della congiuntiva nasale con un batuffolo di cotone. Dopo due minuti, la lacrimazione riflessa si può considerare normale se la striscia di carta bibula è bagnata di almeno 15 mm.
- Il **test del menisco lacrimale** permette di avere un'idea della quantità lacrimale ma anche della sua distribuzione sul margine palpebrale. Può essere eseguito con o senza fluoresceina e utilizzando la lampada a fessura con oculare millimetrato si va a misurare lo strato di lacrime accumulato sul margine palpebrale inferiore ed uno spessore minore di 0,01 mm rappresenta la condizione di "occhio secco".

LE LENTI A CONTATTO

Le lenti a contatto sono necessarie dopo la cheratoplastica per migliorare la vista e riabilitare la superficie oculare. Esse vengono progettate accuratamente, tenendo in considerazione tutti i fattori morfologici e fisiologici del segmento anteriore del paziente trapiantato; difatti il contattologo per determinare quale tipo di lente a contatto è più adatta alla forma della cornea, a seguito dell'esame topografico, deve considerare la quantità di astigmatismo presente, il valore di eccentricità corneale, il diametro, la posizione e la forma dell'innesto poiché la cornea, può avere un profilo prolato con un'area centrale più curva e una periferia più piatta oppure può presentare un profilo oblato con un centro più piatto rispetto alla zona periferica. L'applicazione delle lenti a contatto può iniziare già 3-6 mesi dopo



*Figura 11: A sinistra topografia di cornea prolata.
A destra topografia di cornea oblata.*

l'intervento chirurgico, a patto che l'innesto sia guarito sufficientemente da tollerare l'uso di esse, indipendentemente dal fatto che le suture siano ancora presenti o meno. Oggigiorno, per gestire l'astigmatismo post cheratoplastica, possono essere utilizzati molti tipi di lenti a contatto che di seguito vedremo nei dettagli.

4.1 LE TIPOLOGIE E L'ADATTAMENTO

4.1.1 LAC RGP CORNEALI

Le lenti a contatto RGP possono essere realizzate con caratteristiche geometriche individuali e creano un menisco lacrimale tra la superficie anteriore della cornea e la superficie posteriore della lente, in grado di colmare le irregolarità di superficie e ridurre

l'astigmatismo corneale post chirurgico. Inoltre, forniscono un'ottima ossigenazione alla cornea riducendo il rischio di edema e/o neovascolarizzazione.

Il polimetilmetacrilato (PMMA) è il materiale con cui sono state realizzate le prime lac rigide ma il suo principale svantaggio era la mancanza di permeabilità all'ossigeno per cui venne sostituito con altri materiali, come l'acetato butirato di cellulosa (CAB) ma, anch'esso oggi non è più utilizzato siccome sono stati introdotti materiali altamente permeabili all'ossigeno e con una maggiore stabilità dimensionale, come i silossano-metacrilati ed i fluoro silossano metacrilati.

Le geometrie delle lenti a contatto RGP sono varie e la scelta è relativa a diversi fattori. La superficie anteriore definisce la correzione dell'ametropia ed in base a quest'ultima può avere un design sferico o torico mentre la superficie posteriore, essendo a contatto con la cornea, deve concorrere a determinare l'allineamento, garantire il ricambio del film lacrimale e la copertura della pupilla, pertanto il design può essere sferico, asferico o torico. Le lenti sferiche presentano una zona ottica posteriore sferica ed una serie di curve periferiche, denominate flange. In base al numero di quest'ultime si classificano in bicurve, tricurve, tetracurve e multicurve. Le lenti a contatto tetracurve sono caratterizzate da una curva centrale e tre curve periferiche e sono quelle più utilizzate nella cheratoplastica. Le lenti asferiche sono prive di zona ottica e curve periferiche, presentano la superficie posteriore completamente asferica, caratterizzata da una sola curva che tende ad appiattirsi in modo graduale man mano che ci si allontana dall'apice, per cui sono in grado di fornire un migliore allineamento sulla cornea assumendo forme diverse in base al valore di eccentricità, che indica il loro appiattimento in periferia.

Generalmente, nelle cornee trapiantate non esiste una zona di transizione continua tra centro e periferia ma sono presenti scalini, dislivelli ed altre irregolarità oltre a valori di eccentricità differenti in tutti i meridiani, pertanto per assicurarsi il miglior allineamento possibile, si predilige l'applicazione con la **tecnica contour modificata**, che permette di modificare i vari raggi di curvatura della lente applicata, in base alle nostre necessità, con l'obiettivo di ottenere una distribuzione della pressione più ampia ed omogenea sulla cornea attraverso la superficie posteriore della lente, che deve nel contempo garantire un regolare movimento dinamico. La lente RGP deve essere ben centrata e coprire l'intero innesto, poggiando sulla periferia della cornea, per cui è preferibile scegliere un diametro totale grande, talvolta superiore a 10 mm per evitare irritazione meccanica alla giunzione, mentre la selezione della curva base viene determinata dopo un'attenta analisi della topografia e laddove c'è una notevole differenza tra i meridiani della cornea, è preferibile un BOZR più curvo di 0,20-0,30 mm rispetto al meridiano piatto.

Se la cornea post-trapianto mostra un aspetto regolare con superficie prolata, le geometrie convenzionali possono adattarsi efficacemente, ma se la topografia rivela un profilo corneale oblato o misto, sono disponibili design specifici a geometria inversa o per quadranti.

I **design a geometria inversa** sono realizzati con il primo raggio periferico posteriore più curvo di circa 0,40 mm rispetto al raggio della zona ottica ($BPR_1 < BOZR$), per cui sono utili quando la cornea presenta un profilo oblato, più piatto al centro e più curvo in periferia, riconosciuto dalla mappa altimetrica e dai valori di eccentricità corneale negativi.

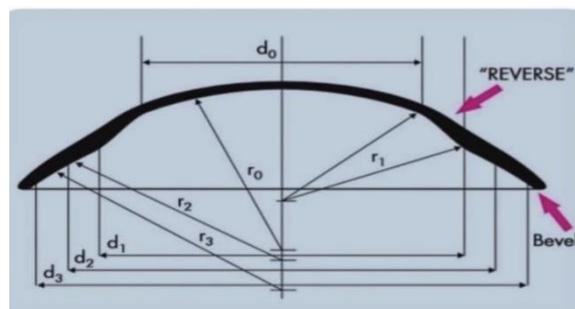


Figura 12: Rappresentazione geometrica di una lac a geometria inversa

La geometria maggiormente utilizzata è la tetracurva, divisa in quattro zone principali:

- 1) Zona ottica: si allinea con la zona centrale della cornea.
- 2) Zona inversa: che è determinata da un raggio di curvatura minore del BOZR.
- 3) Curva di allineamento: ha la funzione di allineare la lente a contatto al profilo corneale, svolgendo un'azione di centratura.

- 4) Zona periferica: è la zona addetta ad un adeguato ricambio lacrimale, caratterizzata da una curva asferica di 0,30/0,50 mm, denominata bevel.

La lente a contatto a geometria inversa, solitamente, presenta un diametro compreso tra 10,20 e 10,80 mm così da coprire completamente il lembo trapiantato e garantire centratura e stabilità, grazie anche alla tecnica di adattamento *contour modificata* che permette di evitare un eccessivo sollevamento del bordo o un appoggio stretto al centro, andando a modificare singolarmente i parametri della superficie posteriore della lente.

La selezione della prima lente a contatto viene determinata attraverso un programma in grado di simulare l'immagine fluoresceinica ideale e determinare correttamente i parametri. Solitamente, il raggio base viene scelto uguale al valore del raggio corneale medio, tenendo conto del clearance lacrimale nella zona centrale. Per diminuire o aumentare la profondità sagittale si appiattisce o restringe il raggio della zona ottica posteriore. La lente deve mostrare un regolare movimento all'ammiccamento, per cui anche la scelta del primo raggio periferico deve essere precisa, per evitare che la lenti si blocchi sull'occhio, causando la riduzione del ricambio lacrimale.

Inoltre, in caso di astigmatismo regolare, è consigliabile applicare una geometria inversa con superficie posteriore torica in modo che la lente a contatto non si decentri verso il basso.

I **design per quadranti**, invece, sono utili quando la cornea presenta una combinazione mista tra meridiani più curvi e più piatti, associata ad astigmatismi centrali elevati e fortemente irregolari, poiché in questo caso, nessuna geometria con superficie posteriore sferica o torica riesce a garantire un adattamento accettabile.

La lente a contatto **QUADRO** è caratterizzata da una zona ottica interna che può essere sferica o torica seguita da una zona asferica divisa in quattro quadranti con valori di eccentricità differenti, che possono essere scelti da -9 a +15 in base al profilo corneale e da una zona periferica sferica, definita zona lift-off, che può essere modificata in ogni quadrante con un'ampiezza da 0 a 2 mm.

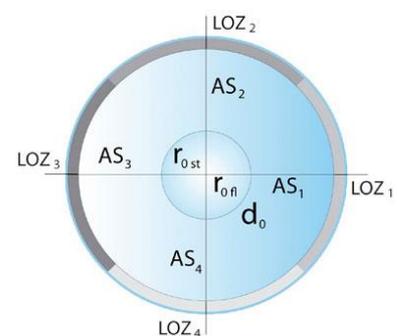


Figura 13: Geometria della lente QUADRO

Grazie alla possibilità di stringere o appiattare ogni settore della lente con parametri differenti, si riesce ad ottenere un adeguato ricambio lacrimale ed una distribuzione della pressione sulla cornea più ampia ed uniforme.

Poiché la lente a contatto QUADRO viene progettata su misura e non esiste un set di prova, per la scelta della prima lente, ci si avvale di un software, che permette di elaborare una lente a contatto in base alla forma della cornea e di simulare il pattern fluoresceinico, che deve essere osservato con attenzione, in modo da apportare le giuste modifiche, se necessarie. Inoltre, per permettere di controllare l'orientamento corretto della lente, essa viene marcata con un punto di riferimento nella zona bassa tra il 3° e 4° quadrante.

4.1.2 LAC PIGGY BACK

Il sistema Piggyback (PBS) è molto utile per i pazienti che non riescono a tollerare le lenti RGP oppure quando con quest'ultime non è possibile ottenere un'adeguata centratura con conseguente colorazione epiteliale.

Esso consiste nell'applicazione di una lente a contatto RGP corneale sopra ad una lente morbida, che svolge la funzione di cuscinetto protettivo, riducendo l'interazione meccanica con l'innesto trapiantato, aumentando il comfort e limitando i danni all'epitelio; inoltre si può cambiare la sua curva base e ed il suo potere in modo da mascherare alcune irregolarità della cornea, rendendo l'applicazione della lente RGP più semplice.

Difatti, si può applicare una lente morbida positiva se la cornea è più piatta al centro in modo da renderla più curva fornendo un supporto centrale su cui la lac RGP può posizionarsi oppure si può utilizzare una lente idrofila negativa per fornire un centro più sottile e quindi un migliore flusso di ossigeno oppure per appiattare una cornea eccessivamente curva al centro consentendo così un design della lente RGP meno complicato.

Per quando riguarda la lente a contatto rigida, il suo design si sceglie seguendo i metodi convenzionali, il suo potere viene determinato con la sovra refrazione.

La valutazione dell'adattamento non può essere eseguita utilizzando la fluoresceina convenzionale perché assorbita dalla lente a contatto in silicone.

Il sistema piggyback, a differenza delle lenti tradizionali, presenta numerosi svantaggi tra cui: un costo più elevato, un'applicazione più complessa, maggiore formazione dei depositi sulle lenti oltre al rischio di ipossia ed edema corneale; infatti questa tecnica deve essere utilizzata con cautela, poiché l'uso contemporaneo delle due lenti limita significativamente l'ossigenazione corneale, pertanto è consigliabile utilizzare lenti morbide usa e getta giornaliere con lac RGP a Dk elevato.

4.1.3 LAC IBRIDE

Le lenti a contatto ibride, allo stesso modo del sistema piggyback, sono indicate nei casi di intolleranza alle lenti a contatto rigide e scarsa centratura; esse sono prodotte con una zona ottica centrale RGP circondata da una zona periferica morbida in silicone idrogel, fornendo così un buon centraggio, un comfort migliorato grazie al bordo morbido e la visione nitida delle lenti RGP.

Attualmente l'unico produttore di lac ibride è SynergEyes, il quale offre diversi design per adattarsi alle varietà di forme corneali ed utilizza materiali con maggiore permeabilità all'ossigeno per entrambe le parti della lente, riducendo così le complicanze della neovascolarizzazione riscontrate con materiali a basso Dk.

La scelta di una lente ibrida nei pazienti post-cheratoplastica dipende in gran parte dall'aspetto topografico dell'innesto ed in particolare, per cornee irregolari post trapianto è stato realizzato il design a geometria inversa UltraHealth con centro RGP avente Dk 130 e la parte morbida in silicone idrogel avente Dk 84.

L'adattamento ideale delle lenti ibride deve presentare un leggero clearance lacrimale centrale ed un leggero tocco nella media periferia dove il materiale rigido e quello morbido si uniscono, per cui il BOZR della parte rigida viene scelto più curvo del meridiano corneale piatto.

All'inizio la lente dovrebbe presentare un movimento regolare all'ammiccamento, ma dopo alcune ore d'uso, potrebbe non essere visto in lampada a fessura sebbene vi sia un buon ricambio lacrimale.

Gli svantaggi delle lenti SynergEyes sono il restringimento, l'irrigidimento e la disidratazione della flangia morbida. Questi fattori possono sollevare problemi di ipossia e discomfort, pertanto bisogna eseguire un attento monitoraggio corneale e potrebbe essere necessario limitare il tempo di porto delle lenti.

4.1.4 LAC MORBIDE

Le lenti a contatto morbide toriche convenzionali possono essere prese in considerazione dopo aver rimosso i punti di sutura, in pazienti che presentano un basso grado di astigmatismo regolare. È importante utilizzare materiali in silicone idrogel poiché sono maggiormente permeabili all'ossigeno rispetto ai classici materiali in idrogel, che avendo un basso Dk possono causare lo sviluppo della neovascolarizzazione con successivo rigetto dell'innesto. Tutte le forme di lenti toriche morbide devono essere stabilizzate in modo che esse assumano una posizione stabile davanti all'occhio, mantenendo l'asse del cilindro nell'orientamento desiderato per correggere l'astigmatismo, al fine di avere una visione ottimale. La stabilizzazione della posizione viene ottenuta tramite il prisma di bilanciamento o la stabilizzazione dinamica e per valutare la rotazione che la lente assume sull'occhio, essa viene marcata con dei segni di riferimento.

La forma torica, però, non riesce a neutralizzare l'astigmatismo elevato ed irregolare, per cui in questi casi è possibile utilizzare lenti morbide spessorate, prodotte con spessori centrali elevati con lo scopo di compensare l'irregolarità corneale.

Queste garantiscono una visione molto più stabile grazie alla stabilizzazione dinamica ed un corretto ricambio lacrimale grazie a dei micro fori prodotti sulla lente.

La scelta dei parametri delle lenti morbide, in confronto alle lenti rigide, è semplificata poiché è limitata al diametro totale, che è maggiore di circa 2 mm rispetto al diametro corneale ed al raggio della zona ottica posteriore, che solitamente è più piatto di circa 0,80/0,90 mm rispetto al raggio piatto della cornea.

4.1.5 LAC SCLERALE

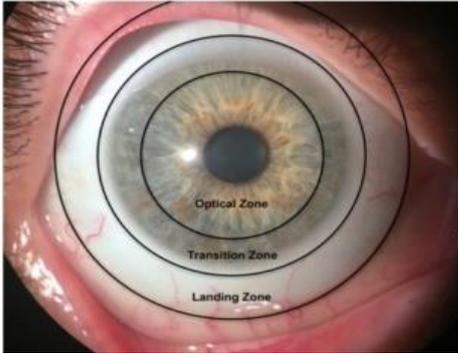


Figura 14: Geometria di una lac sclerare applicata

Le lenti a contatto sclerali sono rigide e poggiano esclusivamente sulla sclera, con lo scopo di voltare l'intera cornea e trattenere un serbatoio lacrimale, fornendo contemporaneamente idratazione corneale e correzione ottica. Per soddisfare questi criteri, il diametro di queste lenti è compreso tra 15 e 25 mm e, a causa delle loro dimensioni, sono composte da numerose curve che variano con il design e le esigenze individuali del paziente.

In generale, vengono costruite con una zona ottica ed una zona di atterraggio, collegate da una zona di transizione. La **zona ottica** è la regione centrale della lente con la funzione di correggere l'ametropia; può essere costituita da un'unica curva base o fino a tre curve, con design sferico o asferico anche se quest'ultimo è preferito poiché riduce le aberrazioni sferiche con conseguente miglioramento dell'acuità visiva. Un design torico della zona ottica interna non è necessario poiché la lente non ha un appoggio sull'apice corneale mentre la toricità della zona ottica anteriore potrebbe essere utile per correggere l'astigmatismo residuo. La **zona di transizione** è la seconda regione della lente sclerale ed è importante per la variazione della profondità sagittale e per il sollevamento della lente dal limbus sclerocorneale, per cui deve funzionare in armonia con le curve della zona ottica per avere un adeguato clearance lacrimale in questa regione, che ridurrà al minimo il rischio di aderenza della lente ed eviterà danneggiamenti alle cellule corneali.

La **zona di atterraggio**, invece, è la sezione delle lenti che entra in contatto con la superficie oculare ed è determinante per il successo dell'applicazione, per cui la geometria posteriore di questa zona deve allinearsi il più vicino possibile alla sclera così da avere un'ampia distribuzione della pressione sull'intera zona.

Le lenti sclerali vengono create attraverso la tecnica preformata o attraverso l'impronta dell'occhio esterno del paziente nei casi di adattamento complesso; esse possono essere progettate con ottiche sferiche, asferiche, toriche o bitoriche per ottimizzare sia l'allineamento sclerale che l'acuità visiva.

Sebbene le lenti sclerali offrano molti vantaggi, le misurazioni dello spessore corneale e della densità delle cellule endoteliali (ECD) devono essere eseguite su tutti i pazienti sottoposti a cheratoplastica prima dell'applicazione delle lenti a contatto e durante il follow-up. Se si verificano segni di gonfiore o ipossia corneale, può essere utile modificare l'adattamento o prescrivere un tempo di utilizzo più breve.

Un aspetto primario che differenzia la lente a contatto sclerale dalle altre lenti è l'adattamento, in quanto essa rimane sollevata rispetto alla cornea e poggia sulla sclera, perciò prima dell'applicazione, la parte concava viene riempita con soluzione salina sterile, che permette di mascherare l'astigmatismo corneale irregolare. L'applicazione ottimale si ottiene con un sollevamento corneale centrale tra 200 e 300 μm ed un sollevamento periferico di 100 μm , in modo che il bordo non sia troppo stretto da causare un'eccessiva pressione sulla sclera con conseguente sbiancamento dei vasi congiuntivali. L'adattamento viene valutato con fluoresceina, inserita insieme alla soluzione fisiologica prima dell'applicazione e viene variato modificando il raggio o il diametro.

4.2 VALUTAZIONE DELL'APPLICAZIONE

In seguito all'applicazione di qualsiasi tipo lente a contatto, bisogna valutare dopo circa 30 minuti, la performance fisica della lente attraverso il biomicroscopio utilizzando luce diffusa. La lente deve rimanere centrata in tutte le posizioni di sguardo e dopo ogni ammiccamento, per evitare episodi di essiccamento corneale, che a loro volta determinano lo sviluppo di una colorazione della superficie oculare (staining) dovuta ad abrasioni dei tessuti, osservabili tramite l'istillazione di fluoresceina; inoltre l'applicazione ideale deve mostrare l'allineamento con cornea e congiuntiva, scavalcando la zona di giunzione dell'innesto trapiantato e deve essere evitato un appoggio eccessivo al bordo poiché potrebbe comportare un'indentazione sulla zona perilimbare e sclerale oltre ad un ristagno lacrimale con ridotto apporto di ossigeno.

Una delle caratteristiche chiave dell'adattamento è il movimento verticale della lente, che favorisce il ricambio lacrimale, permettendo così la rimozione di residui metabolici corneali e detriti lacrimali. Il movimento viene valutato sia ad ogni ammiccamento che con il test del push up. Quest'ultimo si esegue spingendo la lente a contatto verso l'alto tramite una leggera pressione sul margine palpebrale inferiore, valutando così la resistenza che essa pone alla pressione digitale ed il suo movimento di recupero verso la posizione iniziale. L'applicazione è corretta quando la lente si sposta facilmente e ritorna rapidamente nella sua posizione iniziale. Invece, se si disloca con difficoltà è indice di un adattamento stretto, mentre una lente piatta può essere facilmente spostata ma recupera la posizione iniziale con un percorso irregolare. Dopo aver riscontrato successo nell'applicazione, bisogna valutare la performance visiva della lente tramite la sovra refrazione soggettiva, con l'obiettivo di ottenere una buona acuità visiva e comfort per almeno 8-10 ore di utilizzo al giorno.

Prima della consegna della lente definitiva, occorre dare dei consigli e istruzioni al paziente, che contribuiranno a garantire il mantenimento del successo a lungo termine. Bisogna insegnare i corretti metodi dell'applicazione e rimozione della lente, informare sui probabili problemi di adattamento che potrebbe riscontrare ed inoltre è consigliabile fissare dei controlli post applicazione, per osservare sia lo stato di salute dei tessuti oculari che lo stato di usura della lente a contatto.

4.3 COMPLICANZE

Il portatore di lenti a contatto può avere complicazioni che sono direttamente indotte o sono il risultato di problemi esistenti aggravati dalla presenza di una lente a contatto; esse sono caratterizzate da un'eziologia multipla ma, tra le cause preponderanti vi sono un adattamento inadeguato, una trasmissibilità dell'ossigeno insufficiente, la presenza di patologie oculari preesistenti, l'intolleranza al materiale e l'uso scorretto delle lenti. Le complicanze principali sono di seguito approfondite.

4.3.1 CONGIUNTIVITE PAPILLARE GIGANTE

È una reazione infiammatoria cronica della congiuntiva tarsale superiore, caratterizzata dalla comparsa di gonfiori localizzati o papille ipertrofiche con forma irregolare, che si osservano principalmente nella palpebra superiore.

Nelle fasi iniziali della congiuntivite papillare indotta da lenti a contatto (CLPC), la congiuntiva tarsale può essere indistinguibile da quella normale, a parte un aumento del rossore. In casi avanzati, invece, le papille possono superare 1 mm di diametro e spesso assumono una tonalità rosso/arancio brillante. Altri segni di CLPC grave includono edema congiuntivale, muco eccessivo e ptosi lieve.

Nelle prime fasi del CLPC, i pazienti possono lamentare un leggero prurito, eccesso di muco al risveglio, offuscamento intermittente e una perdita della vista lieve, ma con il progredire della condizione, i pazienti riferiscono prurito, disagio e movimento eccessivo della lente.

I fattori implicati nell'eziologia del CLPC includono l'irritazione meccanica provocata dal bordo o dalla superficie della lente e reazione immunitaria ai depositi della lente.

Le possibili soluzioni sono la sospensione dell'uso delle lenti o una sostituzione più frequente, il miglioramento della manutenzione e dell'igiene ed una terapia farmacologica.



Figura 15: Congiuntivite papillare in fase avanzata

4.3.2 CHERATITE PUNTATA SUPERFICIALE



Figura 16: Cheratite puntata osservata in lampada a fessura

La cheratite puntata superficiale è un processo flogistico della cornea, di tipo infettivo a carico di virus o batteri, caratterizzato da addensamenti di cellule e mediatori dell'infiammazione al di sotto dell'epitelio corneale, che causano la formazione di piccoli puntini bianco-grigiastri sulla superficie corneale. Gli occhi sono dolenti, lacrimosi, sensibili alla luce, la vista può essere offuscata e spesso sono presenti anche bruciore e sensazione di corpo estraneo.

La diagnosi si basa sull'esame con lampada a fessura, istillando fluoresceina, che colorerà le aree danneggiate, mentre il trattamento dipende dalla causa; se essa è batterica, si somministrano antibiotici e si deve sospendere l'uso delle lenti a contatto, mentre se è virale non è necessario nessun tipo di trattamento e generalmente si guarisce entro 3 settimane.

4.3.3 NEOVASCOLARIZZAZIONE CORNEALE



Figura 17: Immagine al biomicroscopio della neovascolarizzazione superficiale

La neovascolarizzazione corneale può essere definita come la formazione e l'estensione di capillari nelle regioni precedentemente avascolari della cornea e può essere spiegata mediante un modello a doppia eziologia: l'ipossia cronica induce edema stromale, che "ammorbidisce" lo stroma e rende questo tessuto più suscettibile alla penetrazione vascolare.

Alcuni fattori secondari devono agire per stimolare la crescita dei vasi, ad esempio, un danno meccanico all'epitelio, con conseguente rilascio di enzimi. Le cellule infiammatorie migrano in questo sito e rilasciano agenti vaso stimolatori che fanno crescere i vasi in quella direzione.

La neovascolarizzazione può essere superficiale o profonda. La prima è la più comune, in cui i vasi sembrano originare da una porzione aneurismatica di uno dei piccoli vasi che si estende sotto l'epitelio, mentre quella profonda si sviluppa in modo insidioso ed il vaso non sarà visibile a livello limbare ma penetra nello stroma.

Se i vasi penetrano tra l'epitelio e la lamina anteriore, si forma anche un panno, uno spesso plesso di vasi tipicamente osservato al limbus superiore.

I sintomi nella fase iniziale sono assenti, mentre in fase avanzata la visione potrebbe essere disturbata dalla presenza del vaso o del panno, in campo pupillare.

L'interruzione dell'uso delle lenti a contatto è una delle principali soluzioni siccome fermerà la progressione dell'infiltrazione dei vasi nella cornea, ma deve essere a lungo tempo perché durante la cessazione dell'uso, i vasi si svuotano diventando vasi fantasmi e questi possono rimanere al loro posto per mesi o anni, riempiendosi appena si riapplica la lente.

4.3.4 WARPAGE

Le lenti a contatto mal applicate sono in grado di indurre piccole variazioni della curvatura corneale, indicate come "deformazioni", che possono essere spiegate in termini di meccanismi patologici sottostanti che agiscono principalmente sullo stroma. Questi meccanismi sono: la pressione meccanica esercitata dal cristallino e/o dalle palpebre sulla cornea e l'edema stromale indotto da lenti a contatto. I contributi di questi fattori regoleranno il tipo e l'entità dell'alterazione topografica. Le lenti rigide possono indurre una deformazione clinicamente significativa, che può essere particolarmente evidente nei pazienti con prescrizioni più elevate che richiedono lenti più spesse, che impartiranno un maggiore stress fisico e ipossico sulla cornea rispetto a lenti più sottili.

La diagnosi si esegue con l'utilizzo del biomicroscopio, istillando fluoresceina, che si accumulerà nel solco provocato dal bordo della lente. I tempi di recupero alla normale topografia corneale sono variabili e dipendono dalla causa e dall'entità della deformazione ma per risolvere la problematica si modifica la geometria della lente e si scelgono materiali con elevata trasmissibilità all'ossigeno.

CONCLUSIONI

Dal lavoro di questa tesi è emerso che il trapianto corneale consente di risolvere diverse patologie che modificano la trasparenza o la morfologia corneale, ma nonostante l'introduzione di una serie di nuove tecniche chirurgiche che permettono importanti miglioramenti nei risultati, la superficie corneale anteriore rimane distorta, quindi i pazienti continueranno a beneficiare del miglioramento ottico dato dall'uso delle lenti a contatto.

Nonostante l'applicazione post trapianto sia una delle maggiori sfide per il contattologo, oggi, grazie alle nuove tecnologie e all'ampia varietà di geometrie delle lenti a contatto, sono accresciute le possibilità di successo nell'adattamento, ragion per cui è anche possibile risolvere casi che, in passato erano difficili da trattare.

Inoltre la gestione di ogni soggetto trapiantato deve essere fatta opportunamente, per cui non è possibile attuare un unico protocollo applicativo per ogni caso di cheratoplastica, ma si deve tenere conto dei diversi fattori che entrano in gioco: tecnica chirurgica, suture, fisiologia e morfologia corneale ed il potenziale di complicanze.

Un altro aspetto fondamentale da non sottovalutare, è la collaborazione con l'oculista siccome garantisce al paziente il raggiungimento di una migliore visione salvaguardando la delicata fisiologia dell'occhio dopo il trapianto.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

“Appunti di anatomia oculare” – Università degli studi di Trieste.

“LA CORNEA” - Agenzia internazionale per la prevenzione della cecità–IAPB Italia

DIAPOSITIVE - U.O. Oculistica Universitaria

“Contattologia una guida clinica” – di L.Lupelli. R.Fletcher, A.L.Rossi. Medical Books. (2004)

“Contact Lens Pratiche” – di N.Efron. Elsevier. (2010)

“Contact lenses in ophthalmic practice” – di M.J.Mannis, K.Zadnik. Springer. (2003)

“The Contact Lens Manual” – di Andrew Gasson, Judith Morris. (2003)

Dispense del corso di Contattologia del Prof. L.De Luca.

“Contact lenses” – di Anthony J. Phillips, Lynne Speedwel (2019)

“Contact Lens Pratiche” – di N.Efron. Elsevier. (2018)

<https://www.reviewofoptometry.com/article/the-ins-and-outs-of-corneal-wound-healing>

<https://www.eurotimes.org/duas->

[layer/#:~:text=Dua's%20layer%20is%20well%2Ddefined,transverse%2C%20longitudinal%20and%20oblique%20directions.](#)

<https://www.eophtha.com/posts/anatomy-of-sclera>

<https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/conjunctiva>

<https://www.verywellhealth.com/conjunctiva-4773408>

<https://www.verywellhealth.com/conjunctiva-4773408>

<https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/conjunctiva>

<https://entokey.com/section-i-reconstructing-the-cornea/>

http://www.aots.sanita.fvg.it/aots/InfoCMS/RepositPubbl/table34/23/Allegati/distrofie_corneali_ereditarie.pdf

<https://webeye.ophth.uiowa.edu/eyeforum/tutorials/Cornea-Transplant-Intro/index.htm>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039625721002113>

<https://www.reviewofcontactlenses.com/article/postkeratoplasty-consider-sclerals#:~:text=Post%2Dkeratoplasty%20patients%20fit%20with,endothelial%20cell%20counts%20are%20essential>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978070207168300009X#s0180>

https://www.asconcontact.com/wp-content/uploads/2018/10/Quadro_B2EYES.pdf

<https://www.reviewofoptometry.com/article/ro0817-mapping-out-corneal-topography>