

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

Adattamento di lenti a contatto su cornee irregolari

Relatori:

Prof. Stanislao Reppucci

Candidato:

Camilla de Stefano
M44000683

A.A. 2021/2022

INDICE	
INTRODUZIONE	4
CAPITOLO I – LA CORNEA	5
1.1 La cornea e le sue funzioni	5
1.2 Sensibilità corneale	5
1.3 Struttura	6
CAPITOLO II – IRREGOLARITÀ DELLA CORNEA	8
2.1 Definizione e caratteristiche di una cornea irregolare	8
2.2 Ectasie corneali	9
2.2.1 Cheratocono	9
2.2.2 Degenerazione marginale pellucida	11
2.2.3 Megalocornea	12
2.2.4 Microcornea	12
2.2.5 Degenerazione marginale di Terrien	13
2.2.6 Ectasia post-intervento	13
2.3 Traumi meccanici, chimici e infettivi	14
2.4 Distrofie	15
CAPITOLO III – ADATTAMENTO LENTI A CONTATTO SPECIALI E TECNICHE APPLICATIVE	16
3.1 Lenti rigide gas permeabili	16
3.2 Lenti morbide spessorate	18
3.3 Lenti sclerali	19
3.4 Lenti gemellate e tecnica Piggyback	21
3.5 Lenti ibride	23
3.6 Lenti Rose K	24
3.7 Lenti Quadro	25
3.8 Lenti PRO	26
3.9 Materiali	26

CAPITOLO IV – TRATTAMENTI CHIRURGICI E LENTI A CONTATTO	28
4.1 Mappe topografiche di cheratocono	28
4.2 Valutazioni fluoresceiniche nel cheratocono	29
4.3 Trattamenti chirurgici per ectasie moderate	30
4.3.1 Cross-Linking (CXL)	30
4.3.2 Anelli intrastromali (ICRS)	31
4.3.3 Mini cheratomia radiale (M.A.R.K)	32
4.4 Trattamenti chirurgici per ectasie avanzate	33
4.4.1 Trapianto corneale	33
4.4.2 Complicanze post-operatorie	34
4.4.3 Astigmatismo post-chirurgico	35
4.4.4 Adattamento lenti dopo cheratoplastica	36

INTRODUZIONE

Il presente lavoro di tesi mira a fornire una descrizione approfondita delle varie tecniche applicative da scegliere nei casi in cui si presenti una cornea irregolare, sulla quale non possono essere applicate le tradizionali lenti utilizzate nei classici vizi refrattivi quali miopia, ipermetropia e astigmatismi regolari.

La contattologia mi ha affascinato da subito, io stessa sono portatrice di lenti a contatto, e poter studiare e approfondire da vicino le tecniche applicative e le varie tecnologie in uso, durante il corso dei professori De Luca-Reppucci e il rispettivo laboratorio, ha contribuito a sviluppare in me questo interesse e mi ha spinto a voler approfondire e trattare questo argomento.

Durante la scelta di una lente si deve tener conto di molti fattori quali i parametri corneali, il diametro, lo stato funzionale lacrimale, la presenza di eventuali danni superficiali, si deve cercare di essere il meno invasivi possibile e rispettare sempre la superficie corneale sulla quale si farà l'applicazione, per evitare di creare alterazioni e offrire il miglior comfort e visus per ogni soggetto.

Lo sviluppo della contattologia negli anni ha permesso di trovare materiali e soluzioni sempre nuovi e innovativi, per poter agire nel miglior modo possibile anche nei casi più complicati che possono presentarsi; le cornee irregolari sono uno di questi e, al giorno d'oggi, sono sempre più diffuse, ma con le giuste competenze e le tecnologie moderne non rappresentano più uno scoglio così insormontabile.

La tesi si articola in quattro capitoli:

Nel primo viene descritta la cornea, sede delle irregolarità successivamente trattate, con le sue funzioni e la sua struttura.

Nel secondo vengono analizzati i diversi tipi di irregolarità che possono manifestarsi, con le loro caratteristiche ed eziologie.

Nel terzo sono descritte le tipologie di lenti a contatto da utilizzare, a seconda del caso e dello sviluppo dell'irregolarità, ognuna con le sue tecniche applicative e geometrie.

Nel quarto sono presentate immagini volte a spiegare l'adattamento di una lente e le tecniche chirurgiche con le quali si può agire nei casi in cui non si riesca ad ottenere un buon miglioramento con lenti a contatto.

CAPITOLO I

La Cornea

Struttura, funzioni e sensibilità

La cornea è una membrana trasparente e avascolare che ricopre la parte anteriore dell'occhio, immediatamente avanti la camera anteriore, l'iride e la pupilla. Costituisce circa 1/6 della superficie oculare e rappresenta, insieme a umor acqueo, cristallino e corpo vitreo, uno degli elementi diottrici dell'occhio che, nella sua totalità, può essere considerato come una lente convergente con un potere refrattivo di circa 60 diottrie.

In particolare, la cornea è la prima delle lenti che la luce incontra attraversando il nostro occhio e che dà inizio al processo di refrazione della luce, ed è anche la più potente (41-45 diottrie), costituisce di fatto i 2/3 del potere refrattivo totale.

Essa generalmente ha la forma di una lente menisco negativa; la superficie anteriore ha la forma di un'ellisse, avendo la corda verticale più corta di quella orizzontale, ed ha un raggio di curvatura maggiore (7,20-8,40mm) rispetto a quella posteriore (6,5mm) che ha una forma circolare; il suo spessore è minore nella parte centrale (0,52mm) e maggiore in periferia (0,67mm), inoltre la parte periferica risulta più piatta rispetto a quella centrale per cui si dice che ha un profilo prolato.

Essendo la lente più superficiale essa ha funzione di protezione dall'ambiente esterno, oltre che di sostegno per le altre strutture oculari, e filtra alcune lunghezze d'onda ultraviolette che possono essere nocive per il nostro occhio in modo che non penetrino; la presenza di film lacrimale sulla sua superficie è importante poiché mantiene la corretta lubrificazione della cornea, è necessaria all'eliminazione di sostanze di scarto e fornisce i nutrimenti e l'ossigeno necessari (un'alterazione del film lacrimale può anche portare perdita di trasparenza).

➤ Sensibilità corneale

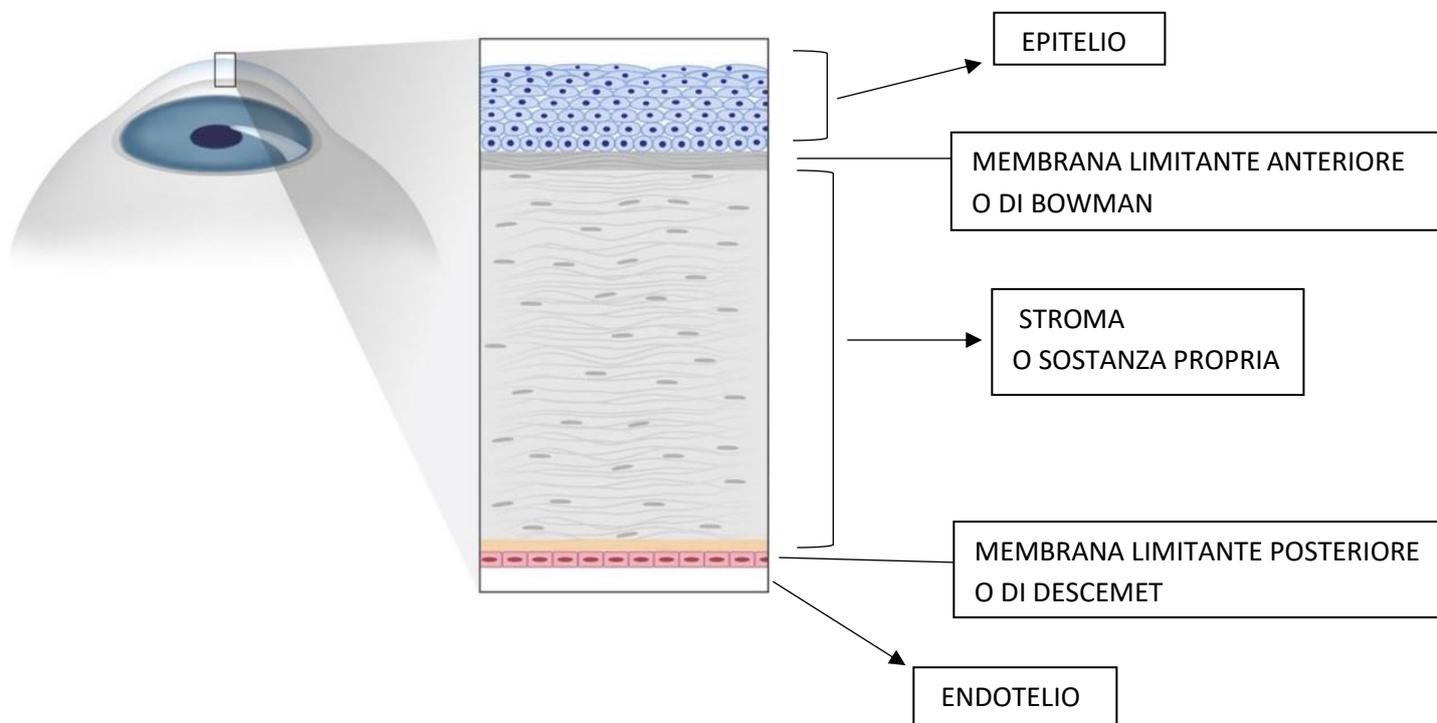
La cornea ha una forte sensibilità tattile e dolorifica, dovuta alla presenza di terminazioni nervose libere sulla sua superficie, che la rendono estremamente sensibile a stimoli tattili, termici e pressori. È considerata la parte del corpo con maggior sensibilità e densità di

nocicettori (responsabili della sensazione dolorifica) e ciò rappresenta un sistema protettivo per l'occhio, per cui è importante che essa mantenga i suoi valori normali soprattutto nei portatori di lenti a contatto.

Generalmente la sensibilità dell'occhio può variare nel corso della giornata (risulta maggiore di sera piuttosto che di mattina), in base all'età e al sesso (nelle donne è minore, soprattutto durante gravidanza e periodo mestruale), in seguito a particolari condizioni patologiche (ad esempio con l'edema corneale) e anche in base al colore dell'iride (un'iride scura comporta una sensibilità minore); inoltre un uso prolungato durante la giornata di lenti a contatto comporta anch'esso una riduzione della sensibilità, ancor maggiore se si tratta di lenti RGP, così come anche un occhio sottoposto a intervento chirurgico o che ha subito un trauma meccanico a cornea o congiuntiva.

➤ Struttura corneale

La cornea è istologicamente formata da 5 distinti strati sovrapposti che, partendo dall'esterno sono:



EPITELIO

È di tipo squamoso pluristratificato ed ha uno spessore di 50 µm; esso ha una duplice funzione: essendo lo strato più superficiale contribuisce a bloccare l'entrata di corpi o sostanze esterne e favorisce l'assorbimento delle sostanze nutritive, assimilate dal film lacrimale che ne bagna la superficie, che si diffonderanno poi attraverso i vari strati.

Le cellule che lo formano sono: cellule apicali (ampie e piatte, presentano i microvilli che fanno sì che il film lacrimale rimanga adeso sulla superficie corneale), cellule alate (appiattite e di forme poligonali), cellule basali (uno strato di cellule in grado di migrare in caso di necessità per riparare cellule danneggiate e di riprodursi tramite mitosi)

MEMBRANA DI BOWMAN

È una membrana acellulare di 8-14 µm, formata da fibre di collagene striate e immerse in una matrice amorfa di proteoglicani. Una lesione o un trauma meccanico a questo strato comporta la formazione di una cicatrice biancastra, un'opacità permanente che si definisce leucoma, che può compromettere la visione se troppo estesa.

STROMA

È la componente principale del tessuto corneale nonché la più spessa. È composta da lamelle di collagene di tipo 1 che, disposte a strati alterni e regolari, garantiscono il mantenimento della trasparenza corneale, caratteristica indispensabile per la visione, una matrice glicoproteica (di stesso indice di rifrazione delle lamelle) e cheratociti; questi ultimi due contribuiscono al normale mantenimento della disposizione lamellare e quindi della normale curvatura e spessore corneale.

MEMBRANA DI DESCEMET

Anch'essa come la membrana limitante anteriore è omogenea e priva di cellule; è formata da fibre di collagene di tipo IV disposte a reticolo e il suo spessore può aumentare col passare degli anni. Questo strato è inoltre molto resistente e protegge gli strati più interni da infezioni e traumi.

ENDOTELIO

È lo strato più interno, formato da cellule di forma esagonale a spessore variabile con scarse capacità rigenerative; il singolo strato di cellule regola il passaggio di sostanze con la camera anteriore impedendo un eccesso di fluidi, contribuendo al mantenimento della trasparenza.

CAPITOLO II

Irregolarità della cornea.

*Patologie ectasiche, traumi
e distrofie*

Una cornea si definisce irregolare quando perde la sua normale conformazione fisiologica, o perché affetta da patologie che possono alterarne forma, spessore e trasparenza, oppure se presenta delle irregolarità di superficie che possono derivare da traumi meccanici, chimici, infettivi, o a seguito di interventi chirurgici; può inoltre essere soggetta, in alcuni casi, a infiammazioni, ulcerazioni o alterazioni congenite della sua curvatura.

Generalmente la cornea è un tessuto molto elastico che può essere deformato da vari fattori; le stesse palpebre, a causa della pressione esercitata durante l'ammiccamento, comportano una maggior curvatura sul meridiano verticale rispetto all'orizzontale (astigmatismo fisiologico); anche l'utilizzo delle lenti a contatto può comportare una compressione e schiacciamento che modificano la sua normale curvatura (basta in questo caso sospenderne l'utilizzo per far tornare i suoi normali parametri dopo un certo tempo).

Quando però siamo in presenza di una cornea che presenta irregolarità di forma o di superficie, parliamo di modificazioni e danni generalmente irreversibili, che, in alcuni casi, possono essere eliminati grazie al solo ricorso di tecniche chirurgiche, i quali possono alterare in maniera lieve o marcata la qualità della visione dei soggetti, anche per pochi micron di irregolarità; una condizione che non può essere efficacemente compensata mediante l'utilizzo di lenti tradizionali o di lenti a contatto morbide.

Cornee che presentano una superficie anteriore che non può essere adeguatamente descritta da sezioni sferiche, toriche o asferiche possono avere una grande varietà di forme e quindi avere una toricità irregolare; i meridiani non sono perpendicolari tra loro e potrebbero non avere lo stesso potere in ogni punto e ciò comporta un tipo di astigmatismo definito irregolare. In concomitanza con questa condizione, la cornea potrebbe presentare più di una zona ottica e ciò può provocare immagini fantasma, diplopia o poliplopia; potrebbe inoltre essere accompagnata da alcune anomalie epiteliali e stromali che rendono il tessuto corneale disomogeneo e causano una dispersione della luce tale che alcune zone della cornea perdono trasparenza.

➤ Ectasie corneali

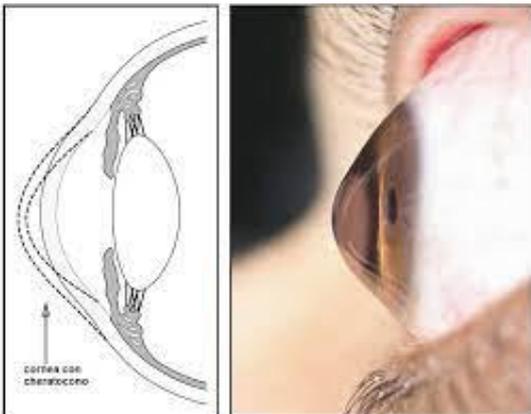
Le ectasie corneali comprendono una serie di condizioni, tra cui alcune patologie, che causano un'alterazione della normale curvatura della cornea e, nella maggior parte dei casi, un disomogeneo assottigliamento della stessa, o ancora, un allargamento o una riduzione del suo diametro; ciò induce una scarsa qualità della visione e può comportare aberrazioni, nonché un astigmatismo irregolare.

Tra queste patologie troviamo: *Cheratocono – Degenerazione marginale pellucida – Microcornea – Megalocornea – Degenerazione marginale di Terrien.*

Queste anomalie possono essere congenite (Megalocornea, Microcornea), ereditarie (Cheratocono), degenerative o causate da traumi meccanici (ectasie post traumatiche o sviluppate a seguito di interventi come LASIK o PRK); possono inoltre essere causate da infezioni o allergie, ma sono generalmente più rare.

❖ **CHERATOCONO**

È la patologia ectasica più diffusa che colpisce circa 1 persona su 2000; si tratta di una degenerazione non infiammatoria, generalmente bilaterale, anche se si sviluppa in modo asimmetrico nei due occhi, e che ha una forte componente ereditaria. Ha insorgenza precoce, si manifesta infatti già nel periodo della pubertà e progredisce nel corso della vita fino a stabilizzarsi verso i 40 anni.



Come si evince dal nome stesso (keratos: cornea – konos: cono), essa comporta uno sfiancamento della cornea che perde la sua normale forma sferica e assume una forma a cono, provocando così una variazione progressiva dei suoi parametri e valori diottrici, in relazione all'evoluzione della patologia, e conseguente astigmatismo irregolare, che peggiora nel tempo; in corrispondenza della protusione conica, che presenta un apice variabile, decentrato ed estroflesso, si ha un assottigliamento e indebolimento stromale centrale e paracentrale.

L'eziologia del cheratocono non è del tutto chiara, si pensa che sia un disordine multifattoriale, dovuto all'azione combinata di fattori ambientali, traumatici (ad esempio strofinarsi eccessivamente gli occhi o un abuso di lenti a contatto), biochimici e all'alterazione di alcuni geni che comporterebbero una variazione della distribuzione delle

fibre di collagene e conseguente indebolimento della cornea che nel tempo si assottiglia e si deforma.

Essa si può classificare in base alla stadiazione in:

-I STADIO: (CHERATOCONO FRUSTO), si iniziano a manifestare un leggero astigmatismo obliquo e una miopia ancora correggibili mediante occhiali, l'angolo di Amsler va da 0° a 3° e inizia a ridursi lo spessore centrale.

-II STADIO: (CHERATOCONO EVIDENTE), aumentano astigmatismo e angolo di Amsler (da 4° a 8°), lo spessore diminuisce ulteriormente e la cornea si incurva maggiormente presentando raggi da 7,00 a 6,50 mm.

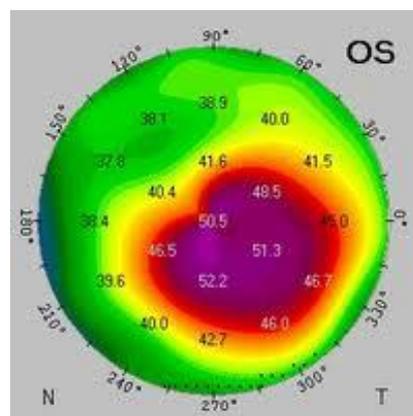
-III STADIO: (CHERATOCONO ECLATANTE), l'astigmatismo diventa elevato, così come l'angolo di Amsler (>8°), lo spessore arriva a 0,20 mm e la cornea assume raggi che vanno da 6,50 a 5,80 mm; iniziano a essere presenti alterazioni superficiali.

-IV STADIO: (CHERATOCONO ACUTO), l'angolo di Amsler è così elevato da non essere misurabile e l'eccessivo assottigliamento corneale può portare numerosi danni nonché perdita di trasparenza; anche i valori diottrici sono elevatissimi.

Man mano che si evolve l'utilizzo di occhiali corregge solo parzialmente il difetto visivo, l'unica possibilità negli stadi più avanzati è l'uso di lenti a contatto, che riducono gli effetti del cheratocono.

Un'ulteriore classificazione si stabilisce in base alla protusione, per cui possiamo avere un CHERATOCONO DI TIPO A (ectasia rotonda e centrale), un CHERATOCONO DI TIPO B (ectasia ovale e decentrata), e un CHERATOCONO DI TIPO C (ectasia globosa e decentrata).

Una diagnosi di cheratocono si può effettuare attraverso molteplici esami, tra i quali troviamo: refrattometria (con cui si nota l'astigmatismo irregolare, i meridiani distorti e un astigmatismo centrale e periferico), pachimetria (si ha uno spessore < 450 micron), oftalmometria (si valuta l'angolo di Amsler), lampada a fessura (si osservano il profilo laterale e i segni tipici del cheratocono quali opacità centrali, strie di Voght, anello di Fleisher, segno di Munson), esame fluoresceinico (vi sono punti di depitelizzazione) e topografia (la cornea presenta elevata curvatura, una dislocazione dell'apice, eccentricità >0,7)



❖ DEGENERAZIONE MARGINALE PELLUCIDA

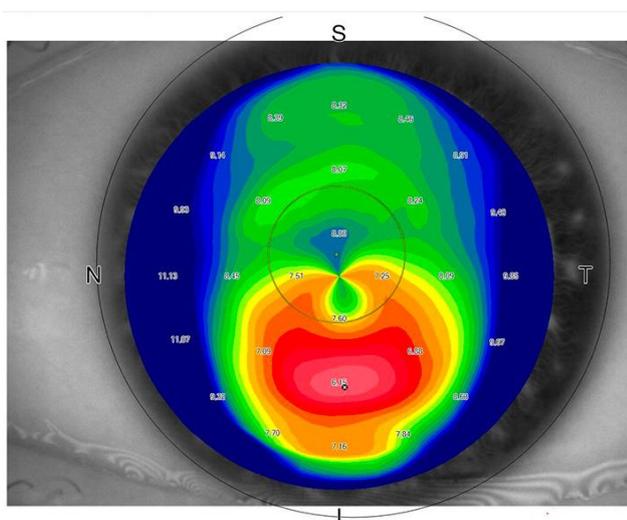
È una patologia ectasica rara, bilaterale e non infiammatoria in cui si verifica uno sfiancamento e progressivo assottigliamento corneale circostanziato nel quadrante inferiore, a 1-2mm dal limbus, con una protusione conica (nasale o temporale) collocata immediatamente al di sopra del punto di massimo assottigliamento.

Il termine “Pellucido” significa chiaro, traslucido e indica che la cornea risulta sempre epitelizzata e perfettamente trasparente, con assenza delle opacità tipicamente indotte dalla presenza di un’ectasia; infatti, a differenza del cheratocono, in cui si possono presentare vari segni dovuti ad alterazioni dello stroma o del Descemet, in questo caso non vi sono modificazioni.

Non si conosce esattamente la sua eziologia, non sono stati trovati legami certi con altre patologie cliniche né una componente ereditaria legata alla sua insorgenza, si tratta però di un’anomalia piuttosto rara che ha un andamento degenerativo più lento rispetto al cheratocono e che colpisce principalmente soggetti di sesso maschile tra il 2°-5° decennio di vita.

La DMP è asintomatica e può essere rilevata solo da un esame topografico e dall’insorgere dell’elevato astigmatismo irregolare. Molto spesso essa viene scambiata per un cheratocono e trattata come tale, alcuni autori la considerano come un cheratocono periferico, ma la sua fisionomia e le caratteristiche topografiche sono ben diverse; attraverso la topografia corneale, che mostra una tipica forma a farfalla, è possibile fare una diagnosi differenziata rispetto ad altre patologie ectasiche.

In primo luogo, ciò che la differenzia, è l’assenza di anomalie corneali, inoltre a differenza del Cheratocono, in cui si ha uno sfiancamento centrale osservabile in corrispondenza della protusione conica, che ha apice variabile ma comunque posizionato in alto, nella DMP l’assottigliamento sta al di sotto dell’ectasia, il cui apice sta nel 3° inferiore.



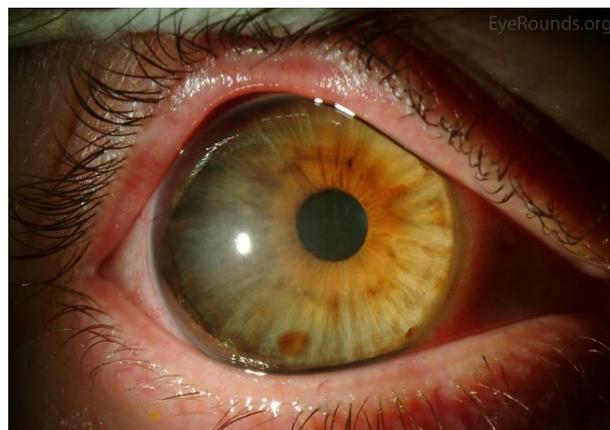
❖ **MEGALOCORNEA**

È un'anomalia genetica di tipo X-Linked recessiva, congenita e con espressione generalmente bilaterale, a incidenza di casi del 90% in soggetti di sesso maschile. Essa è caratterizzata da un diametro corneale maggiore di 12,5mm, non provoca un aumento della pressione intraoculare né altera la trasparenza corneale, ma è spesso associata a un aumento di volume del globo oculare e provoca alterazioni della visione, manifestandosi inizialmente con una miopia lieve, fotofobia, iridodonesi e nei casi più gravi può comportare complicanze ad essa associate quali cataratta, glaucoma secondario, dislocazione del cristallino e distacco della retina.



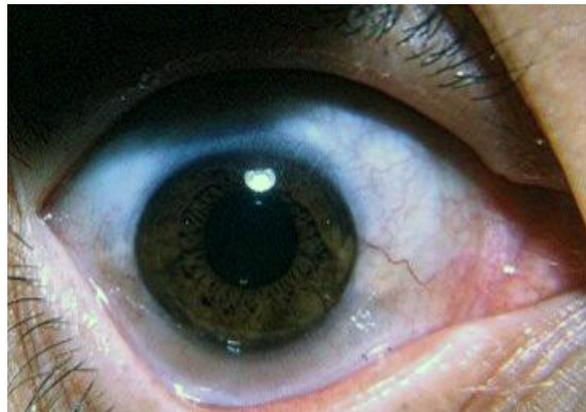
❖ **MICROCORNEA**

È un difetto genetico raro che si manifesta con un ridotto diametro corneale, che risulta inferiore a 10mm, e assenza di ulteriori segni clinici oculari o sistemici, ma che aumenta il rischio di insorgenza di glaucoma. Esso è causato da un arresto dell'organogenesi (sviluppo corneale) dopo il 5° mese di vita e i soggetti che ne sono affetti possono manifestare un astigmatismo regolare, un'ipermetropia media o essere emmetropi.



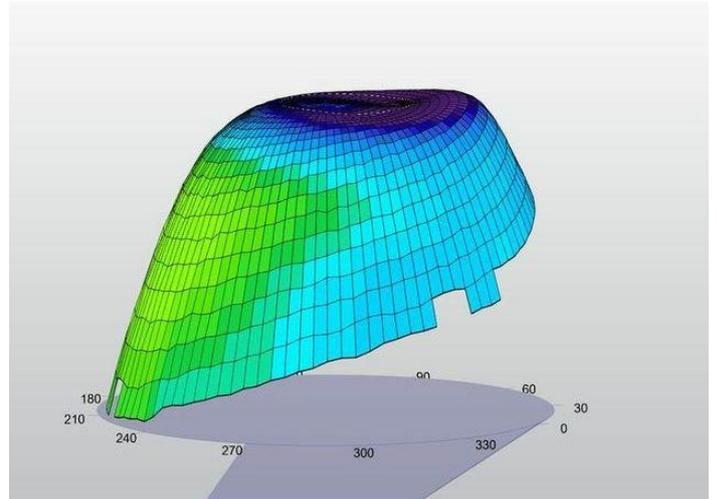
❖ **DEGENERAZIONE MARGINALE DI TERRIEN**

È un disordine raro del segmento anteriore dell'occhio in cui si verifica un progressivo assottigliamento stromale, che si sviluppa marginalmente, generalmente in maniera non infiammatoria, in entrambi gli occhi con ectasia circonferenziale, vascolarizzazione e accumulo di depositi lipidici; in genere colpisce maggiormente gli individui di sesso maschile e comporta una notevole perdita di visus a causa dell'astigmatismo contro regola e delle opacità che si formano sulla superficie corneale. Nei casi più gravi può portare alla perforazione della cornea ed è trattabile unicamente mediante lenti a contatto o trapianto corneale negli stadi più avanzati.



❖ **ECTASIA POST-INTERVENTO**

Lo sviluppo di un'ectasia post-intervento è una complicanza piuttosto rara, si verifica circa nello 0,04% e 0,6% dei casi e può risultare pericolosa se non trattata adeguatamente. Oggigiorno gli interventi per eliminare vizi refrattivi sono sempre più diffusi e praticati e sono generalmente privi di rischi; tuttavia, può verificarsi che, a seguito di essi, si sviluppi una degenerazione per la quale si ha un rigonfiamento corneale con relativo assottigliamento e conseguente perdita di visus. Questa condizione può verificarsi già dopo poche settimane dall'intervento e la sua comparsa può dipendere da vari fattori quali componenti ereditarie di cheratocono, un'età troppo giovanile, uno spessore corneale che risultava già basso prima dell'operazione, miopie elevate, cheratoconi avanzati o topografie anomale; può verificarsi anche a causa di un errore del chirurgo, così come vi sono casi di soggetti in cui la comparsa è del tutto casuale. È necessario verificare la presenza di una di queste condizioni prima di procedere all'intervento.



➤ Traumi meccanici, chimici e infettivi

Essendo la cornea localizzata nella parte più superficiale dell'occhio essa è maggiormente esposta all'ambiente esterno e quindi più propensa a subire danni, che possono essere di varia natura ed entità. Generalmente le cause più frequenti di traumi oculari sono incidenti sul lavoro, domestici, sportivi, stradali o aggressioni, che possono comportare traumi meccanici da corpi esterni, o traumi chimici da esposizione a prodotti o sostanze irritanti; anche un'eccessiva esposizione ai raggi UV può portare a danni corneali, così come un utilizzo improprio di lenti a contatto, soprattutto su cornee che risultavano già lesionate.

Il film lacrimale ha, tra le molteplici funzioni, quella di pulire la superficie corneale da sostanze di scarto, tuttavia, alcuni corpi esterni potrebbero lasciare abrasioni residue o non riuscire ad essere eliminati creando lesioni da sfregamento durante l'ammiccamento o infezioni dovute alla loro presenza nel microambiente corneale.

In alcuni casi questi danni si rimarginano velocemente, in 24/72 ore, in altri sono recidivanti e ricompaiono dopo un certo tempo senza evidenti cause, modificando la struttura e le funzioni della cornea; in questa situazione si ricorre all'uso di lenti a contatto terapeutiche o a tecniche chirurgiche per asportare il tessuto alterato, che ha perso trasparenza e regolarità.

➤ Distrofie

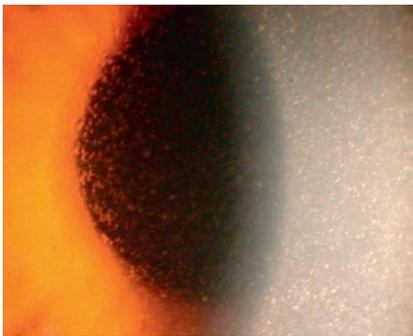
Sono un insieme di malattie rare su base genetica, non infiammatorie e bilaterali, che colpiscono la cornea e si manifestano con perdita di trasparenza e opacità di varia entità che provocano una scarsa qualità della visione in chi ne è affetto. Si possono classificare in vari gruppi a seconda dello strato della cornea che colpiscono:

-Distrofie epiteliali: Distrofia di Cogan (d) e di Meesmann (a)

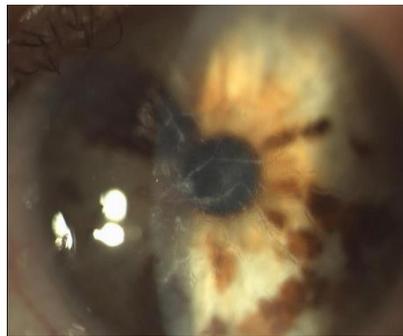
-Distrofie della membrana di Bowman: Distrofia di Reis-Bucklers, di Thiel-Behnke, di Schnyder.

-Distrofie stromali: Distrofia reticolare (b), di Avellino (c), Maculare, gelatinosa a goccia.

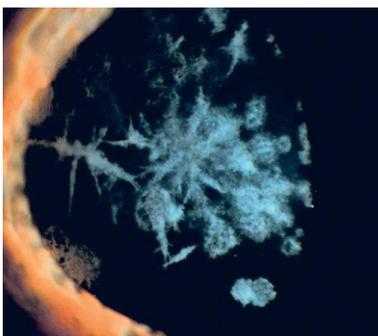
-Distrofie endoteliali: Distrofia di Fuchs, posteriore polimorfa.



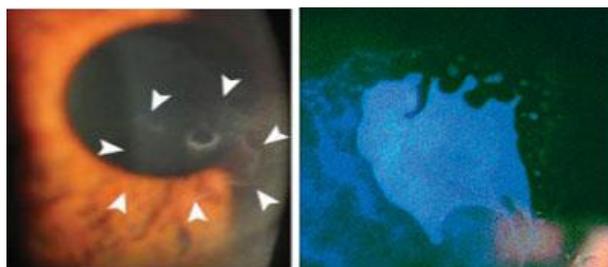
(a)



(b)



(c)



(d)

CAPITOLO III

Adattamento lenti a contatto speciali e tecniche applicative

Una cornea irregolare necessita una soluzione particolare per cercare di migliorare la percezione visiva, offrendo una visione confortevole, un aumento del contrasto, un miglioramento della stereopsi, una riduzione delle immagini fantasma e, allo stesso tempo, evitare di creare ulteriori danni.

Negli stadi iniziali è ancora possibile utilizzare occhiali per la correzione del difetto visivo ma, col progredire dell'irregolarità, risulta impossibile ottenere un buon risultato con questo tipo di correzioni, l'unica soluzione in grado di offrire benefici reali al portatore è l'utilizzo di lenti a contatto personalizzate, per meglio gestire gli stadi più avanzati o in via di avanzamento.

Tra le tipologie di lenti utilizzate troviamo:

Lenti RGP – Lenti morbide spessorate – Lenti sclerali – Lenti gemellate – Tecnica Piggyback – Lenti ibride – Lenti Rose K – Lenti Quadro – Lenti PRO1-2.

LENTI RIGIDE GAS PERMEABILI (RGP)

Le rigide gas permeabili sono le lenti maggiormente utilizzate in caso di cornee e astigmatismi irregolari, in quanto mascherano le alterazioni del segmento anteriore dell'occhio offrendo il miglior compromesso visivo ottenibile.

Esse sono costruite in materiali con alto modulo di rigidità e alta permeabilità all'ossigeno, in modo da garantirne l'apporto necessario al normale metabolismo corneale, grazie alla presenza di polimeri quali: silossano metacrilati e fluoroacrilati.

Essendo meno flessibili delle lenti morbide, non si adattano perfettamente sulla superficie sottostante, mantengono la loro forma, e ciò permette una miglior riuscita nei casi di irregolarità; il loro meccanismo di azione, infatti, prevede la formazione di un sottile strato di

lacrime tra la superficie posteriore della lente e la faccia anteriore della cornea, definito menisco lacrimale, che forma una nuova superficie refrattiva, priva di irregolarità, che corregge circa il 90% del difetto visivo presente, eliminando al contempo gli effetti indotti dalla toricità irregolare. L'eventuale astigmatismo residuo è dato dall'astigmatismo interno, che è generalmente regolare; attraverso una sovrarefrazione è così possibile offrire un visus ottimale ai portatori, questo esclusivamente se non ci sono alterazioni superficiali, come opacità o cicatrici, in questi casi l'unica soluzione possibile è il ricorso a tecniche chirurgiche.

Il vantaggio delle lenti a contatto rigide gas permeabili è la possibilità di modificare i parametri della lente, personalizzandola in base alle necessità, mantenendo però sempre diametri piccoli, di circa 2mm inferiori al diametro corneale, e di poter adottare geometrie (sferiche, asferiche, toriche) e tecniche applicative differenti.

In caso di cornee irregolari, oltre alla necessità di adattare la lente alla superficie sottostante, l'obiettivo è cercare di non intaccare ulteriormente una superficie che risulta già indebolita e alterata. Sebbene la scelta di un adattamento piatto porti a un miglioramento del visus, è fortemente sconsigliata, poiché comporta anche un elevato rischio di alterazioni epiteliali ed erosioni nella zona apicale; è pur vero che anche un'applicazione "perfetta" col tempo può diventare piatta poiché, la patologia progredisce e con essa variano i parametri, è quindi buona norma effettuare controlli periodici frequenti.

Le tecniche da prediligere sono invece:

-Sollevamento apicale: è un'applicazione in cui nella parte centrale la lente non tocca la cornea, è sollevata, e ha un leggero appoggio in periferia; in questo modo viene protetto il tessuto epiteliale e viene garantita una qualità della visione costante nel tempo, seppur leggermente ridotta.

-Tecnica a tre punti: con la quale si ha un leggero tocco apicale, una zona di appoggio nella media periferia, che può essere Normal o Flat, cioè più o meno piatta, e un sollevamento periferico del bordo, per garantire ricambio di film, di 0,5-0,7mm; Il raggio base si sceglie partendo dal k piatto con un appiattimento di 0,10mm. Offre comfort e un buon visus.

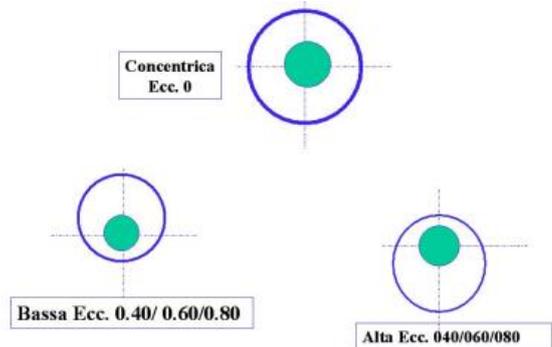
Le geometrie disponibili sono:

Geometrie sferiche	Hanno una zona ottica interna e flange coassiali periferiche per adattarsi alla superficie corneale.	Monocurve, bicurve, tricurve, tetracurve, pentacurve, multicurve.
Geometrie Asferiche	Sono costituite da un'unica curva e nessuna flangia, sono caratterizzate da un'eccentricità, che indica quanto la curva si distacca da una sfera.	Ellittiche , Paraboliche, Sfero-Asferiche, Biasferiche, Sfero-coniche

LENTI MORBIDE SPESSORATE

Le lenti morbide spessorate, fatte su misura, sono indicate nelle fasi iniziali di ectasia o in attesa di intervento chirurgico. Generalmente le lenti morbide tradizionali sono costituite da materiali idrofilici, come l'HEMA, e con basso modulo di rigidità; esse, essendo malleabili, si adagiano sulla cornea sottostante adattandosi alla sua geometria, risulterebbero quindi inutili da utilizzare in caso di ectasia poiché riprodurrebbero l'anomalia corneale sottostante.

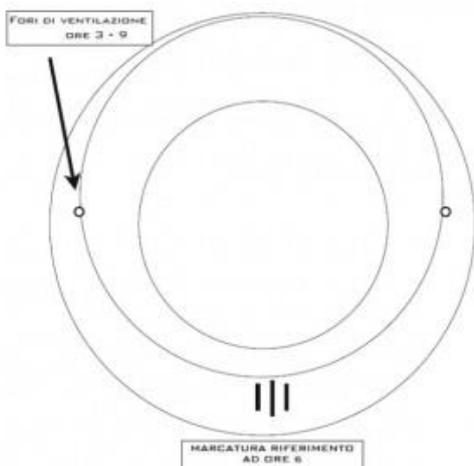
I materiali moderni, tuttavia, con una maggiore rigidità e diversi gradi di idratazione, hanno reso possibile la costruzione di queste lenti, che sono caratterizzate da una zona con spessore maggiore, di 300-500 micron, che può essere centrata o spostata a seconda della localizzazione della protusione, che ha lo scopo di correggere e compensare l'anomalia, mantenendo la comodità di una lente morbida. Tra i materiali utilizzati figurano quelli a bassa idrofilia, con una percentuale di Hema al 38-60% o in silicone hydrogel.



La presenza di una zona spessorata implica un ridotto apporto di ossigeno, sono per cui consigliate solo nei casi in cui la cornea in esame abbia un lento metabolismo, altrimenti l'iniziale tollerabilità va a perdersi e possono comparire segni di irritazione e conseguenti fastidi; vengono inoltre utilizzate in caso di eccentricità modeste, di assenza dei segni tipici di un'ectasia, di coni non eccessivamente elastici e nei soggetti che non tollerano lenti RGP.

I parametri per la corretta applicazione sono scelti attraverso un set di prova applicando un appiattimento di 0,8-1,00mm rispetto al raggio periferico e, trattandosi di una lente morbida, i diametri saranno da 14 a 15mm scelti in base alle necessità, per garantire appoggio e stabilità; la lente garantisce una visione stabile grazie alla stabilizzazione dinamica e un buon ricambio attraverso la presenza di micro-fori sulla sua superficie.

Tra le più utilizzate in commercio vi sono le Soft-Ker Optokontakt K.L e le Rx Keratoconus.



LENTI SCLERALI

Le lenti sclerali rappresentano una delle migliori soluzioni in caso di alterazioni corneali in quanto offrono una visione ottimale ai portatori, anche laterale, salvaguardando allo stesso tempo l'integrità della cornea sottostante e diminuendo così il rischio di formazione di cicatrici, le quali possono verificarsi con lo sfregamento meccanico della lente, che la danneggerebbero ulteriormente.



Le lenti a contatto possono essere classificate in base alla zona d'appoggio; una lente corneale poggia interamente sulla cornea, aumentando i diametri però, esse prendono contatto con la sclera, anche se solo in parte, e possono essere classificate come "lenti sclerali".

LENTI CORNEALI	D= da 8,0 a 12,5 mm	Contatto con la cornea	Nessun serbatoio di lacrime
LENTI CORNEO-SCLERALI	D= da 12,5 a 15,50 mm	Contatto con cornea e sclera	Ridotto serbatoio di lacrime
LENTI SCLERALI	D= 15,0 a 25,0 mm	Contatto con la sclera	
	D= da 15,0 a 18,0 mm (mini-sclerali)		Serbatoio limitato
	D= da 18,0 a 25,0 mm		Serbatoio illimitato

Esse sono costruite con diametri maggiori rispetto alle lenti tradizionali (dai 15,00 ai 25 mm) e hanno appoggio interamente sclerale, passano sopra la superficie danneggiata senza intaccarla, il che le rende più confortevoli ed elimina il rischio di distorsioni corneali (warpage); la cornea, che è una delle parti con maggior sensibilità nell'uomo, viene bypassata e la zona di contatto avviene su un tessuto di gran lunga meno sensibilizzato. Altra caratteristica che le rende confortevoli sono i grandi diametri, i bordi della lente, infatti, non provocano fastidio durante l'ammiccamento in quanto sono posizionati sotto le palpebre e non sfregano con esse, situazione che si verifica invece con lenti ad appoggio corneale; diametro maggiore implica minor interazione e maggiore tolleranza.



Lenti sclerali di grande diametro con un'elevata riserva di lacrime

Un'altra grande differenza con le lenti corneali, di diametro minore, è la formazione di un serbatoio di lacrime nella zona apicale, dovuto a un maggior sollevamento della lente, che bagna la superficie garantendo una costante idratazione durante la giornata; oltre che protezione e comfort, è infatti un'ottima soluzione utilizzata anche nei casi di occhio secco.

Le lenti sclerali, grazie alle loro caratteristiche, necessitano di un tempo di adattamento minore e sono ideali per i soggetti con irregolarità corneali che svolgono attività sportive, in quanto, hanno una maggiore stabilità, avendo grandi zone ottiche garantiscono ottime prestazioni visive anche se si verifica un decentramento, e la possibilità che possano sfuggire dall'occhio è ridotta.

Sono costruite con materiali ad alta permeabilità all'ossigeno e si adattano nel miglior modo possibile grazie alla possibilità di richiedere diverse geometrie, diametri e sagittali; sono disponibili nelle versioni: sferiche, toriche, con toricità anteriore-posteriore-bitoriche, bifocali e a quadranti specifici.

Per un'applicazione facilitata, dopo aver svolto i vari esami strumentali per valutarne la buona riuscita, è consigliato utilizzare una piccola ventosa in silicone e, di norma, prima di inserirla si riempie la superficie interna di soluzione salina che stanzierà sulla cornea per tutta la durata dell'utilizzo.



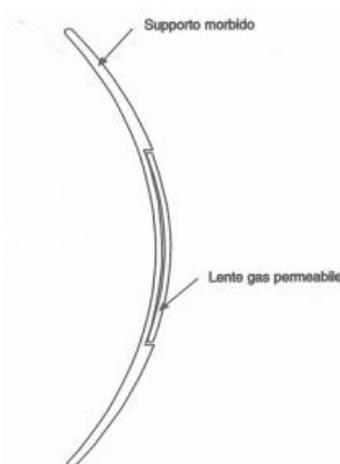
LENTI GEMELLATE E TECNICA PIGGYBACK

La tecnica delle lenti a contatto gemellate, come suggerisce il nome, prevede l'uso combinato di due lenti, una morbida, a contatto con la cornea, che funge da protezione e supporto, e una lac RGP appoggiata al centro.

Essa è utilizzata nei casi in cui il soggetto non tollera l'uso di lenti a contatto rigide e non riesce ad avere un miglioramento del visus con lenti morbide, oppure se presenta una cornea lesionata, a causa di un cheratocono avanzato, danni superficiali o post-chirurgici, che necessita di essere preservata.

Esistono due metodi per ottenere delle lenti gemellate:

-Le lenti a nicchia: si utilizza una lente morbida neutra che presenta un incavo sferico nella parte centrale su cui si poggia la rigida.



Per stabilire i parametri delle singole, si utilizza un set di prova e si sceglie il raggio base attraverso i principi usati comunemente per le lenti morbide e rigide tradizionali, al più si può optare per un leggero appiattimento della RGP per favorire l'adesione alla morbida sottostante. È necessario verificare successivamente la corneoconformità e l'appoggio della zona centrale mediante fluoresceina macromolecolare; a seconda del pattern ottenuto possiamo riconoscere, e modificare, un'applicazione stretta, se c'è un eccessivo accumulo centrale, che può comportare un ridotto afflusso di ossigeno, oppure una lente troppo piatta, se la zona centrale è priva di fluoresceina, che può ridurre la stabilità e quindi la tollerabilità della lente.

Col tempo sono state sviluppate le lenti overlap Optokontakt K.L, per ovviare all'inconveniente del dislocamento della lente rigida che poteva verificarsi; si tratta di lenti morbide che presentano una tasca nella quale si inserisce la RGP, che così presenta una maggiore stabilità.

Attualmente le lenti gemellate disponibili in commercio sono:

COMPO (Soleko)		OVERLAP (Optokontakt)	
LAC MORBIDA	LAC RIGIDA	LAC MORBIDA	LAC RIGIDA
Hema 38%	RGP DK98	Benz-G 3X 42%	Vari materiali RGP Con DK variabile da 30 e oltre 92
Diametro: 14.00	Diametro: 8.10	Diametro: 14.00 e 14.50	Diametro: 8.20
Rb: 8.30, 8.60 e 8.90	Raggio base: da 7.00 a 9.00 (inc. 0.10)	Rb: 8.00, 8.20 e 8.50	Raggio base: tutti (inc. 0.10)
Diametro della tasca: 8.50	Poteri sferici: tutti	Diametro della tasca: 8.20	Poteri sferici: tutti

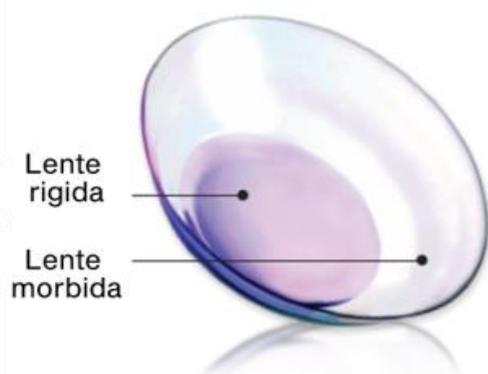
PIGGYBACK (Eikon)	
LAC MORBIDA	LAC RIGIDA
Benz-G 3X 42% Vistagel 385	Vari materiali RGP Con DK variabile da 14 a 130 DK2
Diametro: da 13.00 a 14.50	Diametro: 8.50
Rb: 8.00, 8.30, 8.60 e 8.90	Raggio base: tutti (inc. 0.10)
Diametro della tasca: 8.50	Poteri sferici: tutti

-Tecnica Piggyback: (o lenti gemellate pure) in cui si utilizza una comune lente morbida ad alta trasmissibilità, che ha funzione di cuscinetto, per evitare lo sfregamento con la cornea sottostante e proteggerla, e una RGP ad elevato Dk sopra, che ha funzione correttiva.

Tra i vantaggi di questa applicazione vi è la possibilità di utilizzare una lente disposable, per avere un ricambio frequente e non incombere in alterazioni che possono essere causate dalla rigida soprastante, per favorire applicazioni a breve termine, per evitare un'eccessiva manutenzione che può essere mal vista dai portatori (a differenza delle lenti a nicchia) e ridurre i costi. L'unico svantaggio è che, rispetto al primo tipo di lenti, c'è un maggior rischio di perdita della lente rigida.

Non richiede un set di prova e la scelta della lente si fa direttamente su cornea seguendo le normali tecniche applicative; essendo molto sottili si adattano bene a cornee ectasiche e molto deformate.

LENTI IBRIDE



A differenza delle lenti gemellate, quelle ibride sono progettate già con una parte periferica morbida, ad appoggio sclerale per una maggiore tollerabilità, e una parte centrale RGP, ad elevato Dk, per la correzione del difetto visivo; ciò permette di avere il comfort di una lente morbida e l'accuratezza nella correzione data dalle lenti rigide. Esse costituiscono una valida alternativa alle lenti gemellate nei casi di ipersensibilità.

Queste lenti sono costituite da Synergicon-A, ottenuto mediante polimerizzazione di due materiali: butil-stirene silossano metacrilato e un polyhema a bassa percentuale di H₂O (25%); l'utilizzo di questo processo per la fusione dei due materiali fa sì che il prodotto finale sia più robusto e abbia una maggior capacità manipolativa.

Ne esistono due tipologie:

-le SoftPerm: presentano una parte esterna con un Dk di 5×10^{-11} e idrofilia del 25%, mentre la parte interna ha un Dk di 7×10^{-11} . Hanno una bassa trasmissibilità di O₂ e sono prodotte in serie, con pochi parametri disponibili ed elevati diametri.

-le Janus II: presentano una parte esterna con un Dk di 18 e idrofilia al 55% e una parte interna con Dk 19, hanno quindi una trasmissibilità maggiore nonché una copertura applicativa più ampia, in quanto sono disponibili in diversi raggi e diametri su ricetta; sono tuttavia più fragili.

La scelta dei parametri si attua utilizzando un set di prova e rifacendosi ai principi applicativi di entrambi i tipi di lenti; si parte con un Rb uguale al k piatto, o al massimo con un leggero appiattimento di 0,10mm, valori di riferimento che variano poi in base alla toricità della cornea in esame. L'applicazione finale va poi controllata con un esame fluoresceinico per valutarne appoggio e dinamica.

LENTI ROSE K

Le lenti Rose K sono state ideate dall'optometrista Paul Rose, il quale, si rese conto che le lenti a contatto tradizionali non si adattavano perfettamente a cornee irregolari e che era necessario costruire un tipo di lente che prendesse in considerazione la forma conica della cornea in ogni suo stadio evolutivo, imitandola nel modo più preciso possibile e favorendo così massimo comfort al portatore.

Questa famiglia di lenti, oggi tra le più usate in caso di cheratocono, di ectasia post-intervento e irregolarità di varia origine ed entità, comprende una serie di design personalizzati e traspiranti, ideati studiando il profilo corneale del soggetto singolarmente, caso per caso, per migliorarne l'adattamento.

Ne esistono diversi modelli, ognuno dei quali ha una geometria asferica specifica a seconda del caso clinico, con lo scopo di ridurre gli effetti indotti dalla deformazione corneale:

- Rose K classiche, che sono le più utilizzate nei casi di irregolarità corneale
- Rose K2, usate principalmente nei casi di cheratocono e degenerazione pellucida, in quanto riducono l'aberrazione sferica indotta dalla presenza dell'ectasia
- Rose K2 IC, hanno una geometria interna altamente personalizzata e diametri ampi e sono specifiche per cornee irregolari nei casi in cui nessun'altra soluzione ha avuto l'effetto sperato
- Rose K2 Post Graft, specifiche per cornee precedentemente trattate chirurgicamente
- Rose K2 Nipple Cone, per lo specifico stadio evolutivo del cheratocono
- Rose K2 XL, con diametri maggiori e appoggio sclerale
- Rose K2 Soft

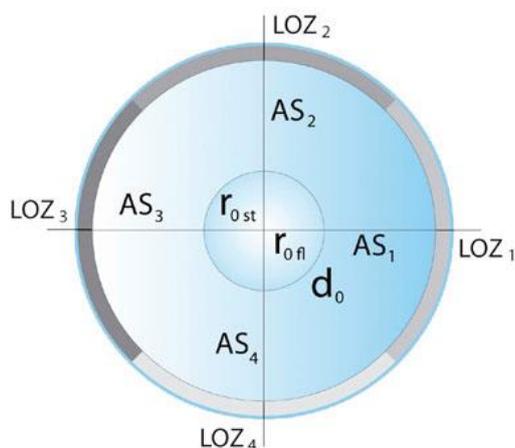


LENTI QUADRO

Questa lente è indicata nei casi in cui vi sia una forte asimmetria di parametri nelle diverse zone corneali, astigmatismi centrali che seguono direzioni diverse rispetto a quelli periferici, eccentricità che cambiano radicalmente spostandosi da un meridiano all'altro e quindi in caso di patologie, distrofie, traumi e cornee trattate chirurgicamente in cui questa situazione è particolarmente marcata.

Essa ha la particolarità di poter essere suddivisa in quattro quadranti, ognuno dei quali accuratamente personalizzato, con la possibilità di inserire parametri, eccentricità e appiattimenti totalmente differenti così da seguire nel miglior modo possibile la superficie sottostante e distribuire al meglio la pressione esercitata dalla lente, impedendo che la cornea, essendo malleabile, si deformi ulteriormente.

La geometria posteriore è una combinazione di tre zone, a loro volta suddivisibili nei vari



quadranti: la zona centrale è sferica o torica, in essa si può modificare il raggio fino all'80% rispetto a r_0 , la zona adiacente è asferica e può avere un'eccentricità, anche diversa per ogni settore, che va da -9 a +15, la zona periferica, chiamata lift-off, è nuovamente sferica e può avere ampiezze diverse in modo da garantire il ricambio lacrimale necessario. Si può avere nella versione sferica, torica o a flange e, per riconoscerne il giusto orientamento, il settore inferiore (AS4) è contraddistinto da un visibile punto di riferimento.

Per una corretta applicazione si utilizza il topografo corneale Oculus, il quale fornisce una simulazione della lente a contatto scelta e il corrispettivo pattern fluoresceinico in modo da permetterne la valutazione ed eventuali modifiche.

LENTI ASCON KAKC PRO1-PRO2

Si tratta di lenti speciali, con una superficie posteriore tetracurva, che si utilizzano solitamente nei casi di cheratocono, quando i parametri trovati per l'applicazione sono ottimali, ma c'è la necessità di sollevarsi ulteriormente dall'apice per non intaccare la superficie corneale compromessa. Esse sono costruite mantenendo invariato il raggio centrale ma con una sagittale maggiore, ottenendo così una lente di 1/10 (PRO1) o 2/10 (PRO2) più stretta, e un bevel asferico.

Sono disponibili nella versione KAKCN, con periferia normale, che si usa per cheratoconi lievi, KAKCF, con periferia più piatta, indicata nei casi più avanzati, KAKC-RT, con superficie torica, KAKC-VPT, torica anteriore, KAKC-T/BTC/BTX, bitorica.



KAKC $r_0=6.20$



KAKC PRO1 $r_0=6.20$
paragonabile alla
KAKC $r_0=6.10$



KAKC PRO2 $r_0=6.20$
paragonabile alla
KAKC $r_0=6.00$

MATERIALI

I materiali più utilizzati in contattologia per la realizzazione di lac oggi sono:

BOSTON EQ	Dk≈50	Materiale standard, adatto a diametri grandi che necessitano una quantità maggiore di O ₂ , tempi di uso normali e buona bagnabilità.
BOSTON ES	Dk≈18	Standard, tempi di uso normali, buona stabilità, ha un Dk basso ma è repellente ai depositi, per cui adatto a film con elevato contenuto lipidico e tendenza alla formazione di depositi proteici.
BOSTON ES2	Dk≈60	Indicato per un uso prolungato giornaliero, buona bagnabilità.

BOSTON XO2	Dk≈141	Indicato per un uso prolungato giornaliero e per uso notturno, in seguito a trapianto corneale e nei casi di cheratocono, grazie al Dk elevato.
PARAGON HDS	Dk≈53	Materiale standard, tempi di uso normali, buona stabilità, basso peso specifico che permette di costruire lac sottili da usare in caso di ipermetropie elevate o per lenti prismatiche, adatte al contatto con film ad alto contenuto lipidico.
OPTIMUM EXTRA	Dk≈100	Adatta a un uso prolungato e grandi diametri.

Ognuno di essi possiede inoltre un filtro UV nella matrice del materiale.

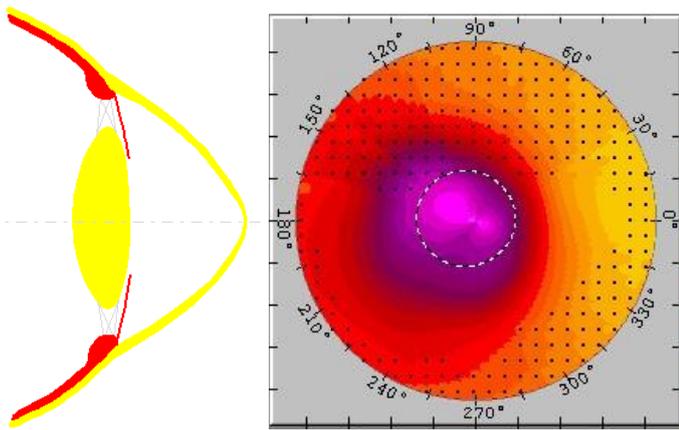
Indicazioni sulla scelta del materiale:

Fino a +/- 3,00 Diottrie e Diametri piccoli	Dk medio (EQ)
Poteri elevati	Dk medio/alto (EQ-ES)
Diametri medio-grandi e lenti spesse	Dk alto (EQ-ES-ES2-HDS)
Lenti a copertura corneale	Dk alti e molto alti (EQ-XO2-OPTIMUM)
Uso notturno ed età pediatrica	Dk hyper alti (EQ-XO2-OPTIMUM EXTRA)

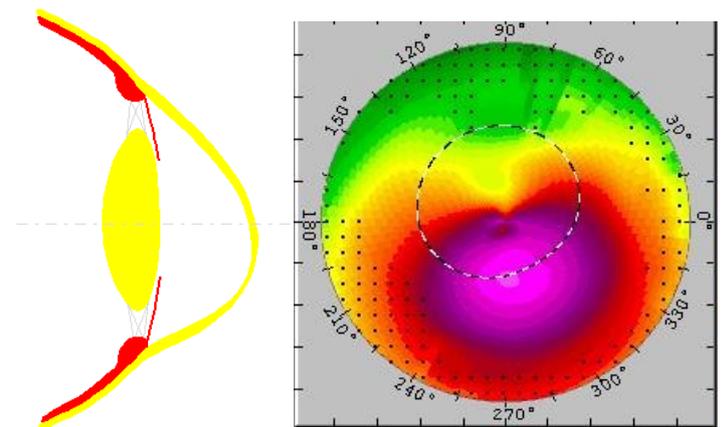
CAPITOLO IV

Trattamenti chirurgici e lenti a contatto

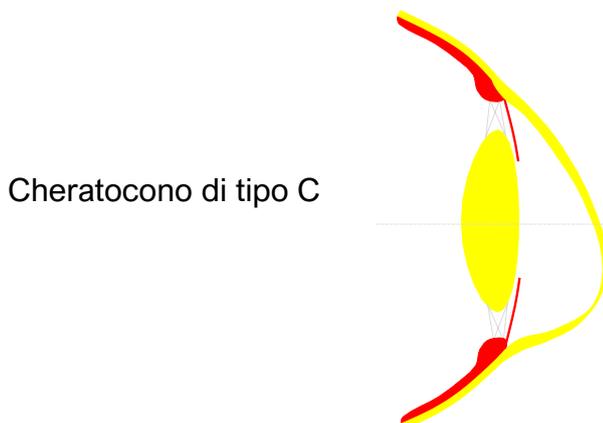
Di seguito sono rappresentate alcune mappe topografiche di cheratocono, ognuna caratterizzata da una protusione di forma e progressione differente; dalle mappe sotto raffigurate si può notare come vi sia una differenza, in alcune maggiore che in altre, dei raggi corneali tra la zona dell'ectasia e quella ad essa adiacente, e una variazione dell'eccentricità. Nei casi più avanzati si può notare come la riflessione degli anelli di Placido sia deformata, ciò è dimostrazione del fatto che la cornea perde sempre di più la sua forma fisiologica in relazione allo sviluppo della patologia, e di come la superficie rilevata dall'esame topografico sia sempre più curva nella zona centrale e piatta in periferia.



Cheratocono di tipo A



Cheratocono di tipo B



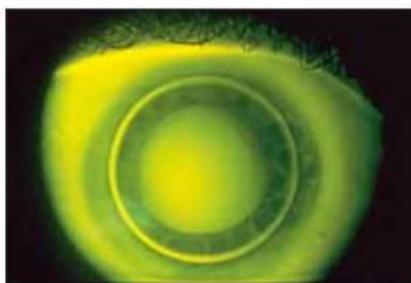
VALUTAZIONI FLUORESCIGINICHE NEL CHERATOCONO

I criteri per un corretto adattamento sono: in primo luogo, essere coerenti con la topografia rilevata, utilizzare materiali ad elevata trasmissibilità di O₂, dare alla lente stabilità e una corretta centratura, distribuendo al meglio la pressione della stessa, garantire il giusto ricambio lacrimale, concentrarsi sull'adattamento centrale ma anche su quello periferico, tenendo conto dell'apice del cheratocono. La lente non deve alterare il profilo corneale, un'applicazione errata può peggiorare la patologia.



Adattamento ideale: tecnica a tre punti.

Leggero tocco apicale, zona di appoggio nella media periferia e sollevamento periferico.



Adattamento stretto: eccessivo accumulo centrale di fluoresceina e bevel molto sottile, che indica una chiusura della lente in periferia.



Adattamento piatto: anello fluoresceinico eccessivo al bordo, quindi elevato sollevamento periferico, e assenza di fluoresceina nella zona apicale che denota una pressione elevata sull'apice.

Una lente piatta porta una maggior intolleranza e aumenta il rischio di creare alterazioni epiteliali. In generale durante le applicazioni è difficile ottenere un bevel ottimale e costante, ci sarà sempre un accumulo maggiore di clearance in basso a causa della presenza dell'ectasia.

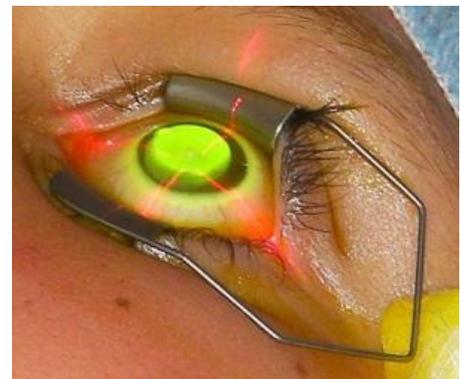
TRATTAMENTI CHIRURGICI PER ECTASIE MODERATE

➤ CROSS LINKING (CXL)

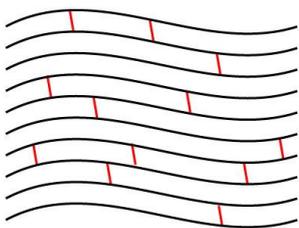
Quando ci troviamo nelle fasi iniziali del cheratocono, in cui non sono presenti alterazioni superficiali o danni permanenti, ed esso non è ancora molto evoluto, è possibile rallentare o bloccare lo sviluppo mediante il Cross-Linking, una tecnica inventata nel 1997 in Germania e oggi ampiamente diffusa e utilizzata in Italia.

Si tratta di un intervento di chirurgia conservativa indolore e non invasivo, che ha lo scopo di aumentare la robustezza della cornea, rinforzandola e stabilizzandola, per evitare che ci sia un peggioramento della patologia, contrastandone così l'aumento di curvatura e il conseguente assottigliamento.

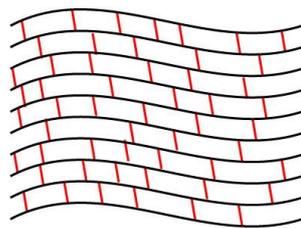
Essa consiste nell'introduzione di gocce di vitamina B2 (riboflavina) nell'occhio, la quale reagisce chimicamente coi raggi UV-A, cui viene successivamente esposta, e ciò, ripetuto per circa 6 volte, permette la formazione di nuovi legami tra le fibre di collagene, che rendono il tessuto corneale più resistente.



Before CXL: less crosslinking



After CXL: more crosslinking



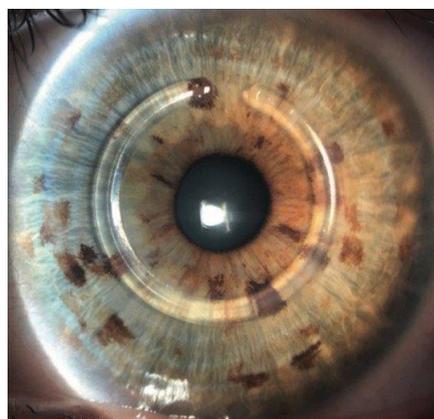
Per garantire una buona efficacia del processo, può essere necessario, in primis, rimuovere lo strato di epitelio corneale (epi-off), questo può comportare fastidi e bruciori nei giorni successivi all'operazione; in altri casi si effettua invece un Cross-Linking transepiteliale, senza la suddetta diseptelizzazione, per lo più nei casi in cui si ha già una stabilità maggiore.

La tecnica del Cross-Linking può anche essere ripetuta più volte, senza particolari controindicazioni, e può essere effettuata in associazione con altri interventi di chirurgia conservativa per migliorarne la riuscita (Cross-Linking plus); il suo utilizzo può evitare che si arrivi alla necessità di un trapianto corneale, una soluzione più invasiva e drastica.

Oggi le tecniche per la gestione del cheratocono negli stadi iniziali sono in continuo sviluppo, si cerca di migliorarle sempre di più riducendo i rischi e aumentandone l'efficacia; un più moderno Cross-Linking corneale è quello "accelerato personalizzato" (H-CXL), che mira a ridurre i tempi di esecuzione e di recupero, personalizzando l'intervento in base alla cornea in esame, che si effettua con un dispositivo più potente con cui si riesce ad ottenere un linking più omogeneo. Altre novità sono: il Cross-Linking periferico (P-CXL), che permette di agire su stadi più avanzati di cheratocono e il Cross-Linking assistito con lente a contatto (CA-CXL).

➤ ANELLI INTRASTROMALI (ICRS)

Un'altra tecnica, efficace ma poco diffusa, per trattare cheratoconi alle fasi iniziali è data dagli Anelli Intrastromali (ICRS). Si tratta di piccoli anelli in materiale bioplastico, Perspex CQ Acrylic, totalmente biocompatibile con il microambiente corneale, che vengono inseriti nello stroma attraverso un femtolaser, il quale crea l'avvallamento all'interno del quale andranno a posizionarsi; la presenza di questo impianto permette di ridare forma sferica alla cornea deformata, appiattendolo e regolarizzando la zona di maggior curvatura causata dalla patologia, correggendo l'irregolarità e compensando così anche il relativo vizio refrattivo.



L'applicazione avviene procedendo con un'anestesia topica e con il paziente sveglio, è di breve durata e indolore.

Ne esistono di forme (sferici, esagonali, ovali, triangolari), spessori e diametri differenti, così da poter scegliere quello più adeguato a seconda dell'ectasia sviluppata dal soggetto; si sceglie un anello che abbia forma opposta alla protusione così da contrastarla.

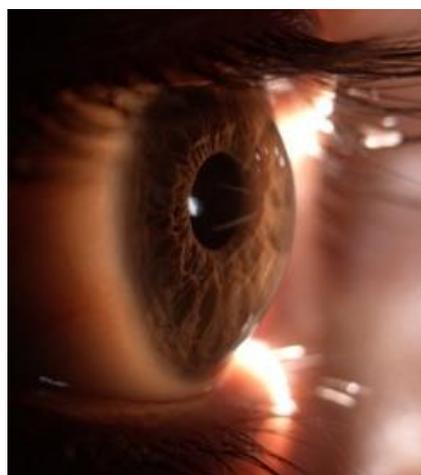
Oggi quelli più utilizzati sono gli INTACS e i Ferrara Rings e il loro utilizzo può essere combinato con il Cross-linking per ridare un visus migliore ai pazienti.

➤ MINI CHERATOMIA RADIALE (M.A.R.K.)

È uno dei nuovi protocolli per il trattamento dei cheratoconi incipienti; si tratta di una tecnica chirurgica mininvasiva che consiste in microincisioni nella zona dello sviluppo ectasico, le quali hanno lo scopo di portare a una regolarizzazione della forma corneale, ottenendo un suo appiattimento, mediante il processo di cicatrizzazione; la cornea così ristabilisce la sua forma e il suo spessore fisiologico, irrobustendosi e riducendo gli effetti della presenza della patologia.

Essendo una tecnica poco invasiva risulta efficace e dà una stabilità corneale che perdura nel tempo; anch'essa può essere associata al CXL per avere un rafforzamento maggiore

Diagramma di una MARK su occhio affetto da cheratocono



TRATTAMENTI CHIRURGICI PER PATOLOGIE ECTASICHE AVANZATE, DISTROFIE, DANNI SUPERFICIALI CHE COMPROMETTONO LA TRASPARENZA CORNEALE.

➤ TRAPIANTO CORNEALE

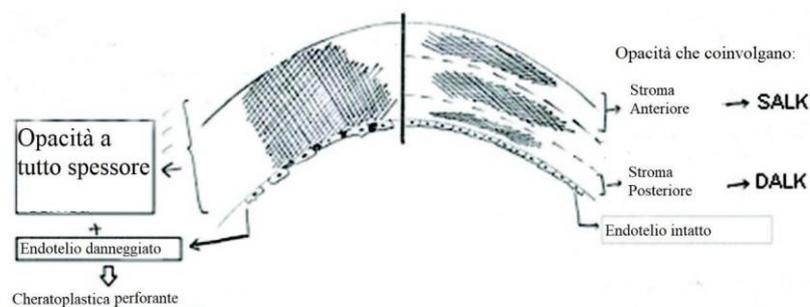
Il ricorso al trapianto corneale si rende necessario quando la cornea risulta così irreversibilmente danneggiata, a causa di opacità ed edemi eccessivamente estesi o di uno spessore drasticamente ridotto, che non è più possibile ottenere buoni risultati con l'uso di lenti a contatto o attraverso la chirurgia conservativa.

In questi casi si esegue una sostituzione della cornea parziale (cheratoplastica lamellare) o a tutto spessore (cheratoplastica penetrante), modificando interamente il profilo corneale ed elidendo l'irregolarità.

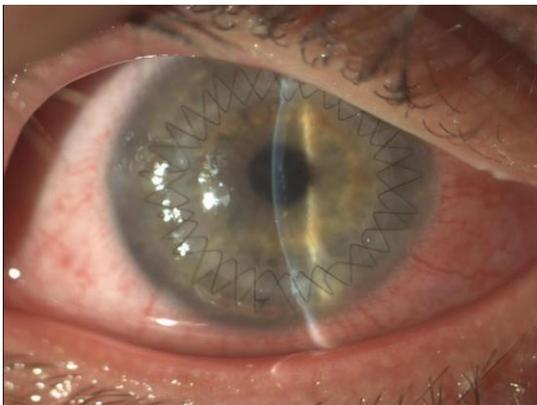
-Cheratoplastica lamellare: consiste nella sostituzione del tessuto corneale lesso con un nuovo innesto, successivamente suturato, senza però intaccare la struttura circostante sana, avvalendosi di un laser a femtosecondi o strumenti chirurgici ad altissima precisione. È consigliabile, ove sia possibile, poiché è meno invasiva di quella perforante, oltre che più veloce, e ha un minor rischio di rigetto e di complicanze.

Ne esistono diverse tecniche, utilizzate a seconda della localizzazione dello strato compromesso su cui si interviene:

Cheratoplastica lamellare anteriore (ALK), che si sceglie se la patologia intacca lo stroma, a sua volta suddivisa in SALK, con cui se ne rimuove una singola porzione, che può essere di differente spessore e diametro, e DALK, con la quale si rimuove e sostituisce interamente, fino alla membrana di Descemet.



Cheratoplastica lamellare posteriore (EK), indicata per alterazioni funzionali dell'endotelio; anch'essa ha due varianti quali: DSAEK e DMEK, che si distinguono per differenza di spessore trapiantato.



-Cheratoplastica perforante (PK): è più invasiva e consiste nella sostituzione della cornea in toto, con un innesto delle stesse dimensioni, adattato allo spazio ricevente, e suturato con punti singoli o continui; si predilige quando si è in presenza di danni profondi e avanzati, ma se non è strettamente necessario si preferisce evitarlo, in quanto, può comportare diverse complicanze intraoperatorie o tardive.

➤ COMPLICANZE POST-OPERATORIE

Entrambe le tecniche si svolgono sotto anestesia totale o locale, sono quindi indolore, tuttavia, nonostante siano ampiamente diffuse e collaudate, non sono esenti da complicanze, la cui entità è in funzione dello stato di progressione della patologia o del danno presente. Tra esse sicuramente il rischio maggiore è che si verifichi un rigetto della

nuova cornea impiantata, soprattutto in pazienti in età pediatrica, se però si agisce tempestivamente è possibile risolvere l'inconveniente, in caso contrario può essere necessario un secondo intervento; alto è anche il rischio di sviluppare infezioni, è per cui buona norma prestare molta attenzione all'igiene nelle fasi post-operatorie, cheratiti o glaucoma.

➤ ASTIGMATISMO POST-CHIRURGICO

La complicanza più frequente di un intervento di cheratoplastica è però l'insorgenza di astigmatismo elevato, nella maggior parte dei casi irregolare; esso può comparire in fase plastica, cioè durante il periodo di degenza in cui sono ancora presenti i punti di sutura, oppure in fase statica, cioè quando il processo di cicatrizzazione è terminato. Generalmente è una conseguenza che si verifica principalmente con i trapianti perforanti e lamellari, ed è ridotta nei casi di trapianti endoteliali come la DSAEK.

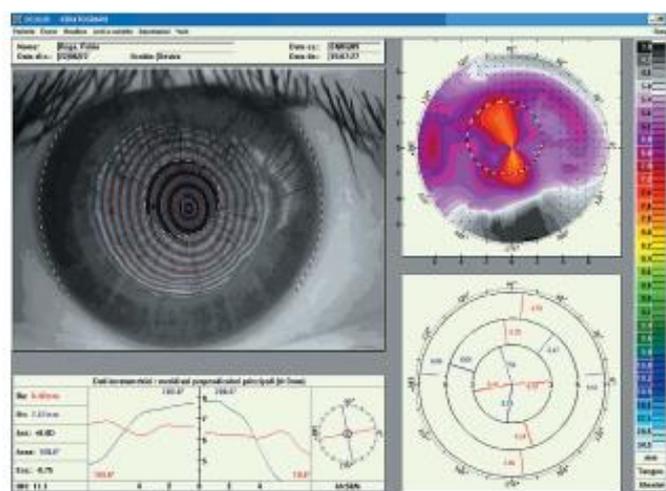
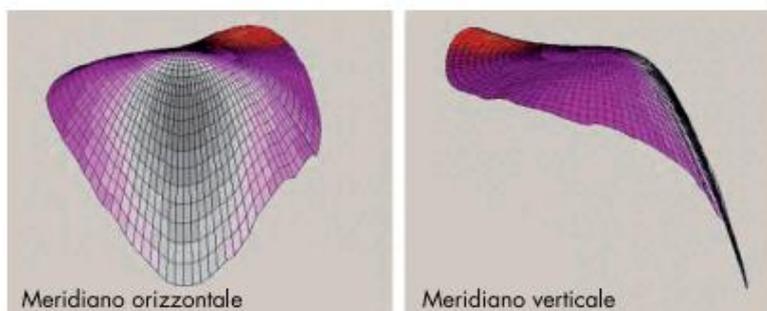
Cause di astigmatismo post PKP

PREOPERATORIE
Morfologia della cornea ospite
Morfologia del lembo donatore
INTRAOPERATORIE
Eccentricità del lembo
Trapanazione del letto ricevente
Incisione
Diametro del lembo
Disparità tra letto ricevente e lembo donatore
Apposizione della sutura
Controllo intraoperatorio dell'astigmatismo
POSTOPERATORIE
Traumatismi corneali
Deiscenza della ferita
Necrosi del lembo
Rigetto
Iperensione oculare
Neovascolarizzazione corneale

Si può trattare in maniera diversa a seconda dell'entità e della fase in cui avviene la sua comparsa: se si tratta di astigmatismi lievi si possono ancora utilizzare occhiali, o lenti a contatto se sono medio-alti; se compaiono in fase plastica si può optare per una rimozione dei punti, o nella scelta di una differente tecnica di suturazione, se invece compaiono in fase statica si può ricorrere a tecniche incisionali, all'uso di laser ad eccimeri o a tecniche miste.

➤ ADATTAMENTO LENTI A CONTATTO DOPO CHERATOPLASTICA

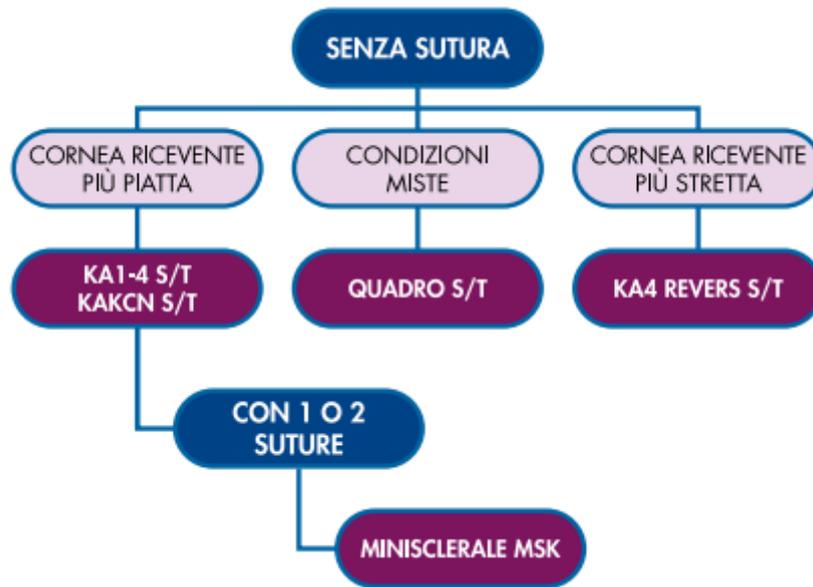
L'adattamento di lenti a contatto post-cheratoplastica può risultare particolarmente complesso, in quanto, siamo di fronte a una cornea che ha perso la sua normale forma fisiologica e nella quale può essersi manifestato un astigmatismo irregolare, centrale o periferico, una perdita di omogeneità, a causa della presenza di scalini o di un dislocamento dell'innesto, una superficie che diventa in alcune zone più o meno curva; tutto ciò richiede geometrie e tecniche applicative innovative per allineare, nel miglior modo possibile, la superficie posteriore della lente a quella anteriore della cornea.



Oculus - Topografia corneale post cheratoplastica

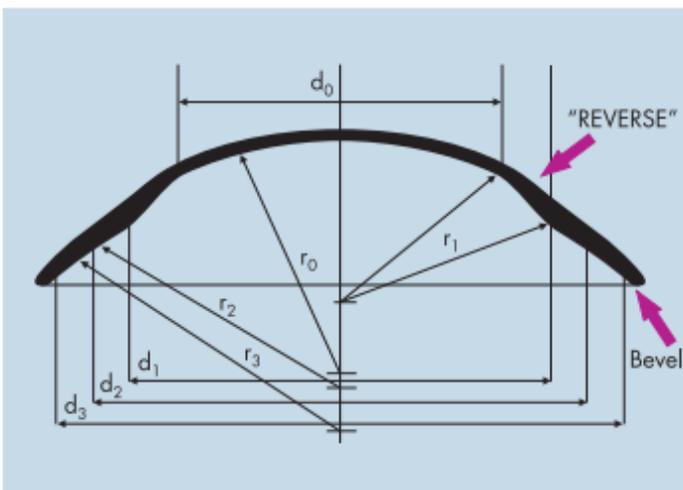
La tecnica di adattamento più indicata in questi casi è quella **CONTUR MODIFICATA**, la quale, ha come scopo primario quello di ottenere una distribuzione della pressione che sia uniforme e il più ampia possibile, evitando un'applicazione troppo stretta al centro o troppo sollevata in periferia, e di garantire una buona dinamica e stabilità. Essa permette così di ottenere il miglior allineamento nei casi di superficie corneale che non ha un andamento continuo tra centro e periferia e in cui vi sia una variazione di eccentricità sui diversi

meridiani, personalizzando individualmente i diametri e variando la progressione dei raggi sulla base dei dati parametrici del caso in esame.



La situazione più ricorrente in caso di trapianto su cornea affetta da patologia ectasica è di una superficie che da prolata diventa oblata, cioè più curva in periferia; ciò rende più difficile il processo di centratura della lente e di gestione delle forze che agiscono su di essa, le quali ne influenzano il posizionamento.

La geometria da prediligere in questa situazione è la **KA4-REVERSE**, una lente tetracurva RGP a geometria inversa.

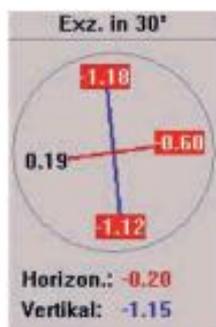
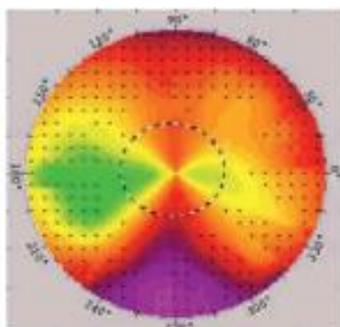


In essa almeno uno dei due raggi periferici, generalmente il primo (r_1), è più curvo rispetto al raggio centrale (r_0), in questo modo si crea una superficie posteriore con una zona centrale più piatta rispetto a quella periferica e ciò permette di superare la parte suturata. ($r_1=r_0-0,40$). Si prediligono diametri elevati (da 10,20 a 10,80 mm), per ottenere la copertura completa dell'innesto e un miglior posizionamento, e i parametri si possono modificare

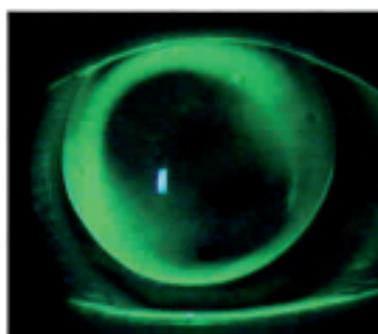
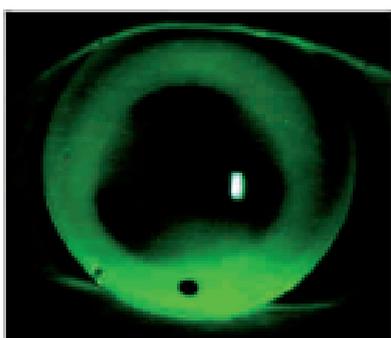
singularmente, con la possibilità di ridurre o aumentare il diametro della zona ottica al fine di aumentare o diminuire la sagittale.

Con queste condizioni si viene a formare un bevel asferico di 0,35mm.

È disponibile anche in versione RT e BT con superficie posteriore torica.



Quando invece si verifica una situazione mista, in cui ciascun meridiano ha caratteristiche a sé e può risultare più o meno curvo, si può optare per la **LENTE QUADRO**, descritta nel capitolo precedente, l'unica che riesce a garantire un adattamento personalizzato soddisfacente.



È inoltre possibile praticare, per entrambe le lenti, alcune lavorazioni extra per aumentarne la stabilità quali: l'inserimento di fori, per eliminare eventuali bolle d'aria, o l'utilizzo di tecniche per la stabilizzazione come troncatura o prismi di bilanciamento.

Nella seconda foto è mostrata una lente Quadro con foro di ventilazione e prisma.

CONCLUSIONI

Possiamo asserire, in conclusione, che l'applicazione di lenti a contatto su cornee irregolari rappresenta una bella sfida per il contattologo; è necessaria un'elevata competenza professionale e una conoscenza di tutte le tecniche innovative presenti sul mercato

Come abbiamo visto, la gestione dell'irregolarità varia a seconda dello stadio di progressione ed è necessaria un'attenta analisi prima di procedere alla scelta della lente più adatta; topografia, tomografia, esame in lampada a fessura, test lacrimali, OCT, ci permettono di valutare lo stato corneale del soggetto in esame e la soluzione che può portargli maggiori benefici.

Grazie alle disparate tipologie di lenti disponibili, elencate e descritte in questo lavoro di tesi, e alla possibilità di personalizzarle, per meglio seguire il profilo corneale, si possono ottenere ottimi risultati oppure, laddove l'irregolarità e il danneggiamento siano eccessivamente estesi irreversibilmente, il giusto compromesso tra miglioramento visivo e comfort; non sempre infatti si riesce a ottenere l'adattamento corneoconforme desiderato, l'importante, però, è che si verifichi sempre un miglioramento nel visus del portatore.

È inoltre necessario valutare, in seguito, l'applicazione di una lente, per verificare che sia ben tollerata, che abbia buona dinamica, un buon posizionamento e che si abbia una costante lubrificazione.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- [1] Anto Rossetti, Pietro Gheller, Manuale di Optometria e Contattologia seconda edizione
- [2] Ludwig PE, Lopez MJ, Sevensma KE. Anatomy, Head and Neck, Eye Cornea. [Updated 2021 Aug 11]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470340/>
- [3] William J. Benjamin , Borish's Clinical Refraction
- [4] Sahu J, Raizada K. Pellucid Marginal Corneal Degeneration. [Updated 2021 Sep 2]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562314/>
- [5] Dispense del professor De Luca
- [6] Dispense del professor Reppucci
- [7] Gestione dell'Astigmatismo secondario ad interventi di Cheratoplastica Perforante, di Aldo Caporossi, Angelo Balestrazzi, Carlo Simi, Claudio Traversi.
- [8] Adattamento di lenti a contatto Ascon dopo cheratoplastica, a cura di Silke Lohrengel, Frank Widmer, Dieter Muckenhirn. Ascon Contactlinsen Deutschland. Hecht Contactlinsen GmbH.
- [9] Lente a contatto Ascon a geometria inversa, per l'adattamento dopo cheratoplastica o chirurgia corneale, Ascon Contactlinsen Deutschland.
- [10] Guida all'applicazione di lenti sclerali, di Eef van der Worp.
- [11] Correzione del cheratocono con lenti Gas Permeabili, di Luigina Sorbara, Centre for Contact Lens Research, School of Optometry, University of Waterloo, Canada.
- [12] <https://www.schalcon.com/it/approfondimenti/occhi/fisiologia/29/la-cornea>
- [13] <https://www.my-personaltrainer.it/salute-benessere/cornea.html>
- [14] <http://www.cross-linking.it/testo.php?s=141744926667265>
- [15] <https://www.sedesoi.com/patologie-visive-ectasie/>
- [16] https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=IT&Expert=91489
- [17] https://www.corriere.it/salute/dizionario/megalocornea/?refresh_ce
- [18] <https://webeye.ophth.uiowa.edu/eyeforum/atlas/pages/microcornea/index.htm>
- [19] <https://www.platform-optic.it/degenerazione-corneale-marginale-pellucida-review/>
- [20] <https://iapb.it/danni-corneali/>
- [21] <https://www.msmanuals.com/it/professionale/traumi-avvelenamento/traumi-oculari/panoramica-sui-traumi-oculari>
- [22] <https://ichgcp.net/it/clinical-trials-registry/NCT03708575>
- [23] https://it.upwiki.one/wiki/Post-LASIK_ectasia
- [24] <https://www.studionozza.it/patologie/ectasie-corneali-e-cheratocono/>
- [25] <https://www.otticagaleazzo.com/cornee-irregolari-2/>
- [26] https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/Disease_Search.php?Lng=EN&data_id=27262
- [27] <https://www.humanitas-sanpiox.it/cure/degenerazioni-della-cornea/>
- [28] <https://iapb.it/distrofie-corneali/>
- [29] https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=IT&Expert=34533
- [30] <https://otticacapello.it/static/img/postchirurgia-01.jpg>
- [31] <https://lasikhope.com/?start=6>
- [32] <https://scorciaoculistica.it/aree-di-specializzazione/distrofie-corneali/>
- [33] <https://www.appolloniottica.it/cheratocono/>
- [34] <https://manganotticulista.it/download/decv/364/420lac20gemellate.pdf?202011211142>

- [35] <https://www.menicon.it/professional/articles/news/rose-k:-la-soluzione-per-i-pazienti-con-cornea-irregolare/>
- [36] <https://www.optariston.com/lenti-a-contatto-ibride-cosa-sono-e-quando-indossarle/>
- [37] <https://manganottioculista.it/download/decv/367/520lac20composite-e1mclxubqfcmrkmuvk.pdf?20201121114458>
- [38] <https://www.otticafios.it/contattologia/lenti-sclerali-per-cheratocono/>
- [39] <https://www.studiootticostefani.it/lenti-a-contatto/>
- [40] <https://www.studiodaddona.it/lenti-a-contatto-minisclerali-palermo-catania-trapani/>
- [41] <https://www.asconcontact.com/wp-content/themes/ascon/images/ilustracion-QUADRO-AS.jpg>
- [42] <https://www.asconcontact.com/quadro/>
- [43] <https://manganottioculista.it/download/decv/418/520lac20spessorate20nel20cheratocono.pdf?20201121120353>
- [44] <https://www.studiodaddona.it/lac-spessorate/>
- [45] <https://www.otticafios.it/contattologia/lenti-rgp-per-cheratocono/>
- [46] <http://www.abbondanza.org/wp-content/uploads/2013/05/Un-paziente-del-dott.-Marco-Abbondanza-durante-un-cross-linking-per-cheratocono-300x253.jpg>
- [47] <http://www.abbondanza.org/cross-linking-per-cheratocono-cross-linking-corneale-cross-linking-transepiteliale/>
- [48] <http://www.abbondanza.org/cheratocono-cura-cheratocono-operazione-trattamento-intervento/ cheratocono>
- [49] <https://www.studionoza.it/patologie/ectasie-corneali-e-cheratocono/>
- [50] <https://albertobellone.it/anelli-intrastromali/>
- [51] <http://www.abbondanza.org/anelli-intracorneali-i-c-r-s-cheratocono-inserti-intracorneali-cheratocono-anelli-intrastromali-cheratocono/>
- [52] <http://www.abbondanza.org/mini-cheratotomia-radiale-asimmetrica-m-a-r-k-per-cheratocono/>
- [53] <http://www.clinicofthalmologica.it/attivita-chirurgica/la-cornea.htmlc>
- [54] <https://www.ospedalebambinogesu.it/cheratoplastica-lamellare-79983/>
- [55] <https://scorciaoculistica.it/interventi/cheratoplastica/>
- [56] https://www.lucaavoni.com/astigmatismo_trapianto_cornea/consulenza-oftalmologia_it_418.aspx