

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'ortocheratologia notturna

Un'efficace correzione della miopia

Relatori:

Prof. Stanislao Reppucci

Candidato:

Melania Longobardi
Matricola M44000465

A.A. 2018/2019

INDICE

Introduzione

CAPITOLO 1: L'apparato visivo

- 1.1 La funzione visiva
- 1.2 Il bulbo oculare
- 1.3 Il film lacrimale
- 1.4 Esame del film lacrimale
- 1.5 Le ametropie

CAPITOLO 2: Che cos'è l'ortocheratologia?

- 2.1 Storia dell'orto-K
- 2.2 Materiali utilizzati
- 2.3 Le prime geometrie per le lenti orto-K
- 2.4 Le odierne geometrie
- 2.5 Uso giornaliero rispetto ad uso notturno di una lente per orto-K
- 2.6 Le forze agenti sul sistema occhio-lente
- 2.7 Strumenti necessari e consigliati
- 2.8 L'ortocheratologia come controllo della progressione miopica

CAPITOLO 3: La procedura applicativa dell'ortocheratologia moderna

- 3.1 Meccanismo d'azione
- 3.2 Selezione del soggetto
- 3.3 Esami preliminari
- 3.4 Applicazione iniziale
- 3.5 Adattamento lenti e Follow up

CAPITOLO 4: L'orto-K: sì o no?

4.1 Controindicazioni

4.2 Pro e Contro

4.3 Costi e ricavi

CAPITOLO 5: Uso e Manutenzione delle lenti orto-K

5.1 Preparazione delle lenti per l'uso

5.2 Come applicare le lenti

5.3 Rimozione delle lenti

5.4 Pulizia e conservazione delle lenti

Conclusioni

Bibliografia e sitografia

Introduzione

Lo scopo di quest'elaborato è di descrivere e dimostrare la validità dell'ortocheratologia, un trattamento non invasivo nel campo della contattologia che consiste nella riduzione, variazione o eliminazione temporanea di un difetto visivo attraverso l'uso di speciali lenti a contatto. A differenza delle normali lenti a contatto, disegnate per correggere i difetti visivi, le lenti per ortocheratologia vengono progettate appositamente per modellare il profilo corneale. Esse producono una riduzione temporanea del difetto visivo, cambiando la forma della cornea, che possiede un certo grado di plasticità. Il modellamento della cornea modifica il potere refrattivo oculare ed è possibile variare in modo adeguato il profilo corneale fino a correggere l'errore refrattivo. Quando la lente ortocheratologia è sull'occhio si vede tanto bene quanto con una lente a contatto convenzionale; dopo la rimozione della lente, la cornea mantiene la sua forma modificata per un certo periodo di tempo e si continua ad avere un buon visus anche senza lente a contatto. Durante i primi giorni di utilizzo, l'effetto non risulta essere duraturo ma, successivamente, si potrà constatare una stabilizzazione visiva nettamente superiore. Il trattamento prevede che le lenti ortocheratologiche vengano portate durante tutta la notte, per poi essere rimosse al risveglio continuando a vedere bene per gran parte della giornata. Nonostante l'ortocheratologia non sia un trattamento chirurgico, essa può permettere significativi cambiamenti nello stile di vita dei miopi, i quali, ad esempio, possono essere liberi di eliminare qualsiasi mezzo correttivo per la pratica sportiva, attività professionali e/o ricreative. Inoltre, l'utilizzo di queste particolari lenti a contatto in età adolescenziale può rallentare o fermare il progresso della miopia. Oggi, grazie all'ortocheratologia si possono correggere circa 6 D di miopia, 3 D di astigmatismo e 3 di ipermetropia. Per l'applicazione di queste lenti a contatto è necessario effettuare un esame refrattivo, controllare lo stato corneale attraverso la lampada a fessura, effettuare diversi test di valutazione del film lacrimale, quali lo Schirmer test, il test del menisco lacrimale, il break up time etc., rilevare i parametri corneali e sottoporre il paziente ad una topografia corneale, con la quale avremo una vera e propria mappa corneale e grazie alla quale il contattologo potrà lavorare conoscendo dettagliatamente i parametri corneali senza incorrere in spiacevoli inconvenienti. Per ciò che riguarda le controindicazioni di questo trattamento, è stato constatato che l'uso di lenti a contatto ortocheratologiche comporta una minima percentuale di rischio pari a quella dovuta all'utilizzo delle comuni lenti a contatto rigide gas-permeabili. Generalmente, l'applicazione di lenti per ortocheratologia è controindicata in tutte le situazioni oculari che non consentono l'utilizzo di lenti a contatto di tipo convenzionale: è sconsigliata, quindi, in casi di infiammazioni o infezioni della superficie oculare, patologie oculari o sistemiche, come quelle a carico del sistema immunitario, in caso di allergie e in caso di alterazioni del film lacrimale.

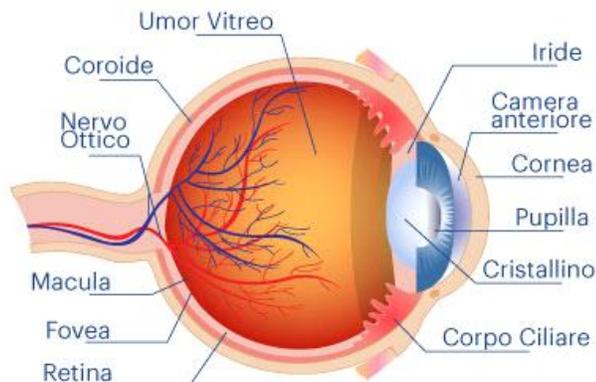
L'elaborato è suddiviso in cinque capitoli:

- Nel primo capitolo l'argomento trattato è l'apparato visivo: la struttura del bulbo oculare, l'importanza del film lacrimale e della sua analisi e le diverse ametropie.
- Nel secondo capitolo si discute dell'ortocheratologia, della sua storia, delle sue origini e dei suoi usi moderni. Inoltre, di grande importanza sono i materiali e le geometrie utilizzate. Fondamentali per una buona applicazione sono determinati strumenti, quali il topografo e la lampada a fessura. Recenti studi hanno dimostrato, inoltre, come il trattamento ortocheratologico non sia soltanto un metodo alternativo alla correzione oftalmica e alla chirurgia refrattiva, ma anche un metodo efficace per rallentare la progressione miopica durante l'età adolescenziale.
- Nel terzo capitolo è spiegata la procedura applicativa dell'ortocheratologia moderna; dunque, la scelta del soggetto giusto per questo trattamento, l'applicazione iniziale e l'adattamento alle lenti.
- Nel quarto capitolo sono illustrate le controindicazioni sistemiche e assolute, i vantaggi e gli svantaggi di questo trattamento e i costi e i ricavi.
- Nel quinto capitolo, infine, sono presenti le norme per la manutenzione e la cura delle lenti a contatto, che forniscono informazioni circa la disinfezione delle LaC, in modo da ottenere una perfetta igiene e contrastare l'insorgere di eventuali infezioni microbiche.

CAPITOLO 1: L'apparato visivo

1.1 La funzione visiva

Per capire come funziona l'occhio basta capire come funziona una macchina fotografica. In una macchina fotografica la luce esterna passa attraverso un'apertura che si chiama diaframma; una lente, poi, la fa convergere su una pellicola sensibile alla luce. Nell'occhio il diaframma attraverso cui passa la luce è la pupilla; la luce viene fatta convergere dal cristallino e la retina è la "pellicola" fotosensibile. Come nella macchina fotografica, nell'occhio l'immagine dell'oggetto viene rimpicciolita e capovolta. Come per gli altri sensi, anche per il senso della vista la sensazione si forma a livello cerebrale. La luce, colpendo la retina, causa una reazione chimica dalla quale vengono generati gli impulsi elettrici. La macula è un'area molto piccola nel centro della retina, che consente la visione fine ai dettagli. Le zone della retina che circondano la macula, invece, permettono la visione periferica. La retina trasforma l'energia luminosa in segnali nervosi che il nervo ottico trasmette al cervello, dove vengono elaborate e percepite le immagini. Questi impulsi sono trasmessi dalla retina, attraverso le vie ottiche, alla corteccia cerebrale visiva, che si trova a livello dei lobi occipitali; qui gli impulsi elettrici vengono interpretati come immagini. Il cervello riceve da ciascun occhio l'immagine dell'oggetto che viene guardato, ma le fonde in un'unica immagine, la cosiddetta visione binoculare singola. Se ciò non è possibile si vede doppio. In un occhio privo di difetti le immagini di un oggetto posto all'infinito sono direttamente a fuoco sulla retina, senza che l'occhio debba accomodare per mettere a fuoco le immagini. Viceversa, per mettere a fuoco oggetti vicini deve intervenire l'accomodazione: le fibre muscolari ciliari si contraggono così da rilasciare la zonula di Zinn; ciò permette al cristallino di modificare la sua curvatura mettendo a fuoco oggetti situati a distanza prossima.



1.2 Il bulbo oculare

L'occhio è il principale organo sensoriale dell'apparato visivo che ha il compito di ricavare informazioni sull'ambiente circostante attraverso segnali luminosi. Esso ha una forma ovoidale e pesa circa 6-8 grammi. È composto da tre tuniche: tunica fibrosa, formata da sclera e cornea, tunica vascolare, formata da coroide, corpo ciliare e cristallino, e tunica nervosa, formata dalla retina.

Schematizzando l'occhio abbiamo:

- La pupilla, la quale modifica le proprie dimensioni in base all'intensità della luce, subendo due processi: la midriasi, ossia la dilatazione della pupilla in condizioni di scarsa illuminazione grazie al muscolo dilatatore della pupilla, e la miosi, ossia il restringimento della pupilla, nel caso opposto, attraverso il muscolo sfintere della pupilla.
- L'iride, il quale, oltre a determinare il colore dei nostri occhi, agisce da diaframma muscolare, regolando la quantità di luce che raggiunge la retina.
- La cornea è una membrana di particolare interesse in campo contattologico in quanto base d'appoggio per le lenti a contatto. Essa forma la tunica fibrosa insieme alla sclera, una membrana bianca e opaca formata da fibre collagene, dalla quale ne è separata attraverso il limbus sclero-corneale. La cornea è una membrana trasparente che riveste la superficie anteriore dell'occhio, rappresentando una "barriera" esterna del bulbo oculare. Essa ha fisiologicamente la forma di un'ellisse prolata, più curva al centro e più piatta in periferia, con un diametro verticale che oscilla tra i 10-13 mm, sempre inferiore rispetto a quello orizzontale. Ha uno spessore di poco superiore al mezzo millimetro (520-540 μm).

Dal punto di vista istologico la cornea è costituita da cinque strati, che dalla superficie anteriore a quella posteriore, sono:

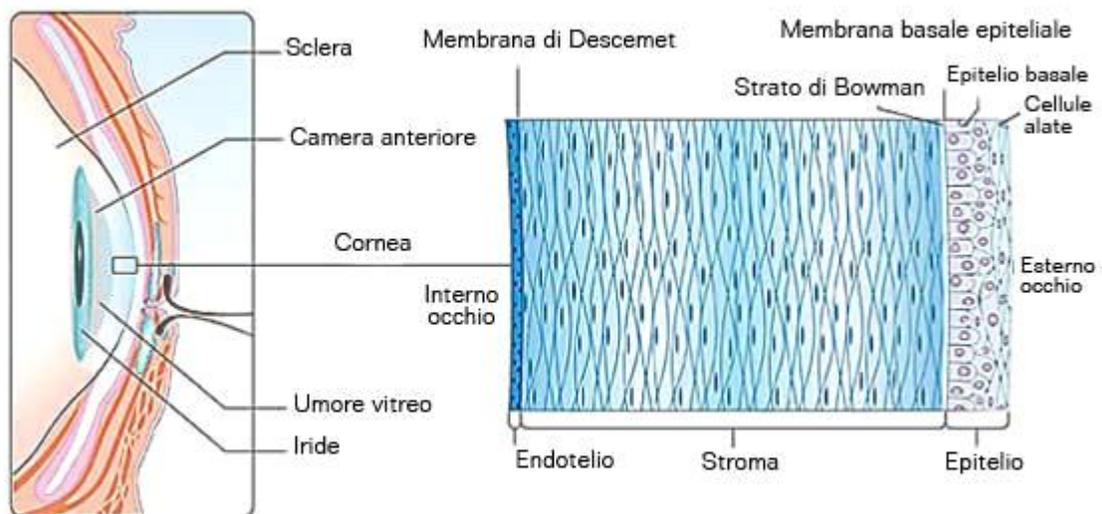
- L'epitelio corneale, di tipo pavimentoso pluristratificato, è spesso 50-60 μm . All'interno di esso, disposte in 5-6 strati si distinguono tre tipi di cellule: basali, intermedie e superficiali piatte. Le cellule basali sono le più significative in quanto sono dotate di elevata attività riproduttiva e proteggono la superficie oculare dall'abrasione meccanica formando una barriera permeabile. Esso ha, quindi, estreme possibilità di rigenerarsi anche dopo gravi danneggiamenti; infatti, lievi abrasioni vengono riparate in pochissime ore. La riparazione avviene per scivolamento o appiattimento delle cellule adiacenti alla zona escavata.

- La lamina di Bowman, o membrana limitante anteriore, la quale è una membrana, con uno spessore di circa 10-12 μm , priva di cellule, costituita da un intreccio di fibre collagene immerse in una matrice di proteoglicani. Una volta distrutta, il suo tessuto non può essere rigenerato. In compenso essa dimostra una buona resistenza alla pressione, ai maltrattamenti e alle infezioni.

- Lo stroma corneale (substantia propria) costituisce la maggior parte dello spessore totale della cornea (400-500 μm); esso è formato principalmente da una cinquantina di strati di lamelle connettivali, matrice glicoproteica e cheratociti. Ciascuna di queste lamelle è formata da fasci di fibre allineate parallelamente e cementate tra loro da una sostanza mucoide. La precisa disposizione tridimensionale delle fibre e delle cellule corneali, insieme all'identico indice di rifrazione della matrice interposta tra le lamelle stromali, sono responsabili della perfetta trasparenza della cornea.

- La membrana di Descemet, o membrana limitante posteriore, come la lamina di Bowman, è priva di cellule ma risulta più sottile. Essa è formata da un sottile reticolo di fibre collagene, a disposizione radiale e presenta uno spessore variabile di 4-12 μm . È resistentissima ed elastica e si trova localizzata tra lo stroma e l'endotelio dal quale è secreta.

- L'endotelio è lo strato più interno della cornea ed è costituito da un unico strato di cellule appiattite di forma esagonale. Esso svolge un ruolo importante, in quanto regola gli scambi tra l'umor acqueo e gli strati superiori della cornea; inoltre, mantiene il trofismo e la trasparenza corneale.



Fisiologia corneale: la cornea è il primo elemento del sistema diottrico oculare e si comporta come una lente convesso-concava di elevato potere, di circa 41-45 diottrie. Essa è una membrana perfettamente trasparente e regolare, infatti il film lacrimale ricopre l'epitelio e lo rende liscio, uniforme e di elevate qualità ottiche. La caratteristica fondamentale della cornea è la sua trasparenza, resa possibile dall'assoluta avascolarizzazione di questa membrana, ma anche dalle caratteristiche strutturali dello stroma e da alcuni meccanismi fisiologici che assicurano il ricambio idrico e, quindi,

l'idratazione corneale. Altre importanti caratteristiche fisiologiche della cornea sono la sua specularità: la sua superficie è estremamente levigata e grazie al film lacrimale, essa è capace di riflettere e rifrangere i raggi luminosi, in modo da far giungere le immagini nitide sulla retina, esattamente sulla fovea. Inoltre, la cornea è riccamente innervata da piccoli rami mielinizzati dal nervo oftalmico, che in parte formano un profondo plesso sopra l'epitelio, in parte attraversano l'endotelio e si proiettano perpendicolarmente nello stroma, formando un plesso sottoepiteliale. Questa ricca innervazione le conferisce un'intensa sensibilità dolorifica. Poichè la membrana corneale è priva di vasi ematici, la nutrizione è assicurata dalla sua permeabilità; essa, infatti, trae nutrimento dall'ossigeno atmosferico e dall'umor acqueo, un liquido trasparente e incolore che bagna l'endotelio.

È possibile utilizzare la tecnica dell'ortocheratologia grazie al comportamento viscoelastico della cornea, la quale è una membrana elastica e, quindi, deformabile grazie alla presenza, all'interno dei suoi strati, soprattutto all'interno dello stroma, di fibre collagene; inoltre, essa ha anche proprietà viscosi, date dalla presenza di proteoglicani e cheratociti presenti nella matrice extracellulare.

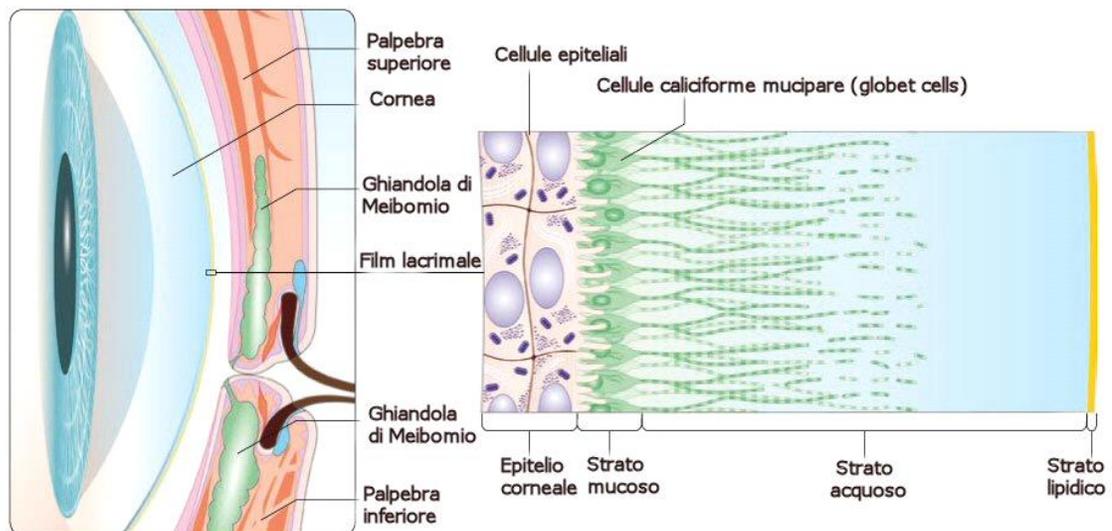
- Il cristallino ha la forma di una lente biconvessa, trasparente, senza vasi o nervi; esso ha la funzione di far convergere la luce sulla retina e di mettere a fuoco, gli oggetti osservati, alle varie distanze, in quanto è connesso a fibre muscolari che gli permettono di variare la propria curvatura (accomodazione). Quando il cristallino perde la sua trasparenza con l'avanzare dell'età o a causa di raggi ultravioletti si parla di cataratta.
- La retina è suddivisa in due foglietti, quello più interno nervoso (la retina propriamente detta) e quello più esterno pigmentato. Nella retina nervosa si distinguono genericamente tre strati: strato dei fotorecettori, ossia i coni e i bastoncelli, lo strato delle cellule bipolari e lo strato delle cellule ganglionari, i cui assoni vanno a formare le fibre del nervo ottico. La retina, quindi, essendo composta da fotorecettori, è sensibile agli stimoli luminosi; i fotorecettori ricevono lo stimolo luminoso e lo passano alle cellule bipolari che a loro volta lo trasmettono alle cellule ganglionari i cui prolungamenti formano il nervo ottico, la cui testa si chiama papilla ottica e da essa iniziano le vie ottiche. I coni, i recettori per i colori, che sono funzionanti in condizioni di luce, sono contenuti all'interno della regione maculare; nel resto della retina, invece, ci sono prevalentemente bastoncelli che sono i recettori usati in condizioni di scarsa illuminazione o di buio. Nella zona centrale della macula è presente la fovea, la quale è priva di vasi. Essa è formata solo da coni e non ha bastoncelli ed è l'unica zona che permette di vedere 10/10.

1.3 Il film lacrimale

Il film lacrimale è una struttura liquida che ricopre la congiuntiva palpebrale e la cornea. Esso è prodotto dall'apparato lacrimale, composto dalla ghiandola lacrimale, la quale secerne lacrime ed è situata nella zona supero-temporale ed anteriore dell'orbita, e dalle vie lacrimali, le quali iniziano con i puntini lacrimali, che si trovano sul bordo palpebrale superiore ed inferiore al limite palpebrale verso il naso; si continuano con i canalini lacrimali che sboccano nel sacco lacrimale, dal quale parte il canale lacrimale che termina nella cavità nasale inferiore.

Il film lacrimale è composto da tre strati:

- Lo strato mucoso è prodotto dalle ghiandole mucipare accessorie. La funzione del muco è quella di rendere idrofila la cornea, legandosi ai microvilli delle cellule superficiali della stessa.
- Lo strato acquoso, prodotto principalmente dalla secrezione delle ghiandole lacrimali principali ed accessorie, è composto da elettroliti, acidi organici, aminoacidi e proteine, i quali hanno funzioni antibatteriche ed enzimatiche.
- Lo strato lipidico, il quale è composto da grassi secreti dalle ghiandole di Meibomio. La sua funzione principale è quella di mantenere idratata la superficie oculare durante le ore di sonno, regolando il tasso di evaporazione dello strato acquoso della lacrima stessa.



Le principali funzioni del film lacrimale sono:

- Lubrificazione dell'epitelio corneale
- Difesa (esso funge da barriera protettiva agli agenti batterici esterni)
- Nutrizione
- Trasparenza ottica
- Pulizia: attraverso la pellicola lacrimale, le impurità defluiscono verso la componente escretoria delle ghiandole lacrimali.

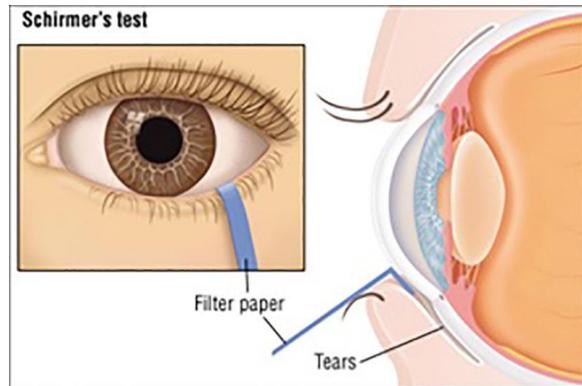
1.4 Esame del film lacrimale

L'esame del film lacrimale è uno dei più importanti aspetti della preselezione dei potenziali portatori di lenti a contatto; è, quindi, necessario effettuare dei test per valutare l'idoneità di un soggetto per l'uso di lenti a contatto.

I test relativi al film lacrimale si dividono in test quantitativi e qualitativi.

Tra i test quantitativi ritroviamo:

- Test del menisco lacrimale: la misurazione del menisco lacrimale, che si forma sui margini delle palpebre inferiori offre un'utile indicazione del volume di lacrime prodotto. Esso è necessario per la valutazione preliminare dei potenziali portatori di LAC. La valutazione dello spessore dei menischi lacrimali avviene instillando fluoresceina e utilizzando la lampada a fessura con oculare millimetrato. È considerato normale uno spessore di 0,2-0,5 mm. E', invece, considerato anormale se lo spessore è 0,1 o inferiore. Inoltre, grazie a questo test si può osservare anche il movimento del fluido ad ogni ammiccamento e l'eventuale presenza di corpuscoli o altri elementi dispersi.
- Test di Shirmer 1: valuta la quantità totale del film lacrimale. Il test viene eseguito senza anestesia, con l'utilizzo di una strisciolina di carta bibula lunga 30-35 mm e larga 5 mm che viene inserita nella congiuntiva inferiore nel lato tempiale per 5 minuti. Dopo il tempo previsto, si misura la lunghezza della porzione di striscia bibula che risulta bagnata.



Se la porzione bagnata è di circa 10-30 mm, la produzione lacrimale risulta essere

normale; viceversa, valori uguali o inferiori a 5 mm indicano una condizione patologica e sono considerati come indice di iposecrezione lacrimale.

- Test di Shirmer 2-3: prevedono l'uso di anestetici locali e, dunque, non sono di competenza dell'optometrista. (Valuta la quantità del film lacrimale riflesso; si installa un anestetico e si stimola la mucosa nasale. Se dopo due minuti la porzione bagnata è minore di 15 mm si ha una condizione patologica.).
- Test del turn over lacrimale: valuta il tempo necessario affinché il film lacrimale sia cambiato totalmente attraverso la scomparsa della fluoresceina osservabile attraverso la lampada a fessura o lampada di Wood. L'ipersecrezione velocizza il turn over; l'iposecrezione, invece, lo ritarda. Nei soggetti normali, il tempo necessario è di 15-18 minuti.

Tra i test qualitativi ritroviamo:

- **BREAK UP TIME** o Tempo di rottura del film lacrimale: si esegue instillando la fluoresceina e osservando, attraverso la lampada a fessura la continuità del film lacrimale. Si misura il tempo che intercorre tra l'ultimo ammiccamento e la comparsa della prima zona secca, che appare come una zona scura che perde fluorescenza.



Un valore di B.U.T superiore a 10 secondi è normale; mentre risulta essere anomalo e/o patologico se inferiore.

Un B.U.T basso può essere dovuto a:

- spessore ridotto del film lacrimale
 - irregolarità della superficie oculare
 - eccessiva concentrazione di lipidi polari sulla superficie oculare
 - scarsa quantità e qualità del muco
- **N.I.B.U.T** o Break up time non invasivo: viene eseguito senza fluoresceina e si osserva il tempo che intercorre tra l'ultimo ammiccamento e l'apparizione delle alterazioni superficiali del film. Viene eseguito attraverso l'utilizzo di un topografo o dell'oftalmometro e si osserva per quanto tempo le mire riflesse restano nitide. Una condizione normale è di 4-45 secondi.

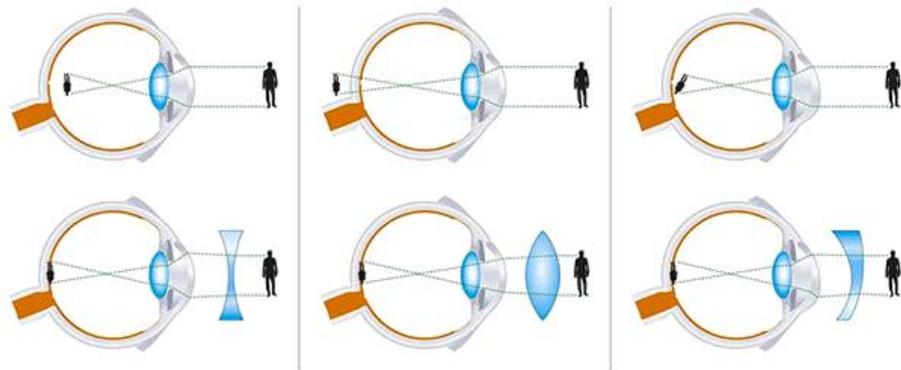
- Test Black Line o test della linea nera: viene eseguito attraverso l'uso della fluoresceina, la quale evidenzia la formazione della black line adiacente al menisco lacrimale per effetto di un movimento di diffusione dello strato lipidico verso il centro della cornea ad ammiccamento compiuto. Attraverso la lampada a fessura si analizza la linea nera e si valuta la regolare evaporazione dello strato acquoso. Una black line ampia e irregolare indica un ridotto spessore del film lacrimale.
- Ferning test o test della felcizzazione: indica la stabilità del film lacrimale con il quale è possibile valutare l'equilibrio tra le mucoproteine e i sali disciolti nelle lacrime. Viene prelevato un campione di muco che viene posto su un vetrino e lasciato essiccare a temperatura ambiente. Il test si basa su una caratteristica comune a tutte le secrezioni mucose, ossia la loro capacità di cristallizzare in forma di felci quando essiccate, a causa dell'evaporazione. Dunque, la presenza di eventuali anomalie può essere osservata mediante la cristallizzazione.
- Test della dinamica lacrimale: è un test non invasivo e valuta il film lacrimale focalizzando le particelle in esso disperse attraverso la lampada a fessura con illuminazione diretta. Attraverso questo test si osserva la velocità delle particelle interne e superficiali del film lacrimale. Più viscoso apparirà il film lacrimale, più lento sarà il movimento ascensionale delle particelle superficiali; un buono strato acquoso, inoltre, determinerà un movimento più veloce e in discesa delle particelle più profonde.
- Tearscope: è uno strumento che permette di valutare le caratteristiche del film lacrimale. È possibile osservare tutti i suoi strati, compreso quello mucoso e lipidico, attraverso l'osservazione delle frange d'interferenza.
- Test del Rosa Bengala: è un test che non compete all'optometrista in quanto richiede l'uso di anestetico poiché il rosa bengala causa bruciore e dolore. Il rosa bengala ha la capacità di colorare le cellule epiteliali morte o degenerate, oltre che il muco. L'apparizione di zone rosse indica abrasioni o desquamazioni dovute ad alterazione del film lacrimale.

L'esame del film lacrimale mediante i test sopra descritti è fondamentale per una buona applicazione di lenti a contatto.

1.5 Le ametropie

Si dice emmetrope un occhio senza difetti visivi, il quale è in grado di formare sulla retina l'immagine di un oggetto posto all'infinito. Questa capacità dipende dalla perfezione delle lenti dell'occhio, ossia cornea e cristallino, che servono a far convergere i raggi luminosi sul punto di fuoco. Se questo punto si colloca davanti o dietro la retina le immagini risultano sfuocate e diventa necessaria una correzione ottica. Le ametropie, o difetti refrattivi, correggibili con correzione atemporale o con lenti a contatto sono:

- La Miopia: le immagini si formano davanti alla retina poiché la cornea è troppo curva. Solitamente, questo implica un occhio più lungo del normale, con pareti e retina più sottili.
- L'ipermetropia: le immagini si formano dietro alla retina poiché l'occhio è troppo corto e la cornea è troppo piatta. Esso è un difetto che, a seconda della sua entità, può essere compensato, parzialmente o totalmente, facendo lavorare di più il cristallino, il muscolo della messa a fuoco.
- L'astigmatismo: le immagini si formano su diversi piani poiché la cornea ha una curvatura irregolare dalla nascita o in seguito ad un intervento chirurgico.



Miopia

Ipermetropia

Astigmatismo

- La presbiopia: progressiva perdita dell'elasticità del muscolo della messa a fuoco da vicino, con conseguente sfuocamento alla distanza di lettura. Questo difetto si manifesta dopo i 40 anni e si verifica, quindi, la necessità di portare gli occhiali per leggere.

L'ortocheratologia è indicata nei casi in cui si vogliono correggere queste ametropie, tuttavia è bene precisare che non tutti i pazienti possono ricorrere all'uso di lenti ortocheratologiche. La decisione di ricorrere all'ortocheratologia o meno, perciò, spetta solamente al medico oculista che dopo un'accurata visita valuterà, caso per caso, quale trattamento è più indicato per ciascun paziente. Il trattamento ortocheratologico, dunque, non viene utilizzato solamente per correggere la miopia, ma sta avendo un importante impiego, seppur non ancora affermato del tutto, nella correzioni delle altre ametropie: è utilizzata, infatti, per correggere l'ipermetropia fino a 3 D e la presbiopia entro le 2/2,5 D. Per l'astigmatismo, però, è differente poiché sono correggibili solamente astigmatismi interni, astigmatismi controregola maggiori di 0,75 D, astigmatismi obliqui maggiori di 0,75 D e tutti gli astigmatismi il cui valore è maggiore dell'ametropia diviso tre.

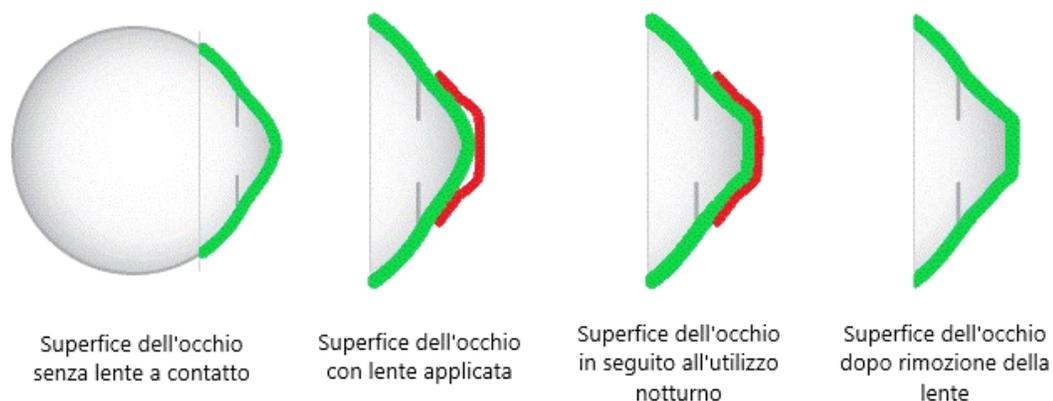
CAPITOLO 2: Che cos'è l'ortocheratologia?

L'ortocheratologia è una tecnica che, mediante l'uso di lenti a contatto Rigide Gas Permeabili, consente di modellare la cornea secondo le esigenze di correzione visiva. La lente lascia la sua impronta consentendo una visione ottimale anche quando si tolgono le lenti; interrompendone l'uso la cornea torna alla sua forma originaria.

2.1 Storia dell'orto-K

La tecnica dell'ortocheratologia o applicazione orto-K è stata utilizzata dal lontano 1960 in vari modi, soprattutto negli Stati Uniti. Il primo che ha cercato di cambiare il valore della miopia refrattiva, usando lenti a contatto rigide, è stato George Jessen, il quale ha impiegato una particolare tecnica chiamata " Orthofocus " illustrandola durante la " International Society of Contact Lens Specialists Conference " a Chicago. In realtà, alcuni studiosi sostengono che già dai tempi antichi i Cinesi erano soliti dormire con dei piccoli pesi o sacchetti pieni di sabbia sulle palpebre per ridurre la miopia. Il concetto alla base della tecnica di Jessen era che, tanto più elevata era la miopia da correggere, tanto più piatta doveva essere la lente. Per questo motivo, Jessen fece indossare ad alcuni dei suoi soggetti miopi delle lenti in polimetilmetacrilato (PMMA), prive di potere, applicate più piatte rispetto alla loro curvatura corneale, tanto quanto era l'ametropia da correggere e per ogni diottria appiattiva la lente di 0,20 mm. Jessen riscontrò un appiattimento della cornea che permetteva un miglioramento dell'acuità visiva, senza correzione, una volta rimossa la lente. Dopo aver visto gli incoraggianti risultati ottenuti da questa tecnica, altri studiosi, tra cui Ziff, May, Grant, Fontana, Tabb, Carter e Korns, si sono occupati del problema, con una certa autorevolezza, con l'obiettivo di migliorarla. Tutti i primi lavori avevano origine dagli studi effettuati da Robert Morrison nel 1956. I suoi studi evidenziarono che 1000 giovani corretti con lenti a contatto rigide più piatte da 1,5 a 2,5 D rispetto al valore del meridiano più piatto, non presentavano progressione miopica nel periodo di osservazione di due anni. In simili circostanze, i ricercatori rilevarono che la curvatura corneale dell'occhio cambiava, il valore dell'ametropia diminuiva, mentre il visus, misurato senza lenti, era migliorato in ametropi che usavano lenti rigide. Per più di vent'anni, però, l'ortocheratologia non ricevette un riconoscimento ufficiale poiché a quei tempi era fortemente radicato il pregiudizio che far variare i parametri della zona centrale della cornea causasse problemi; gli ottici e gli oculisti, infatti, non accettavano questo metodo di correzione poiché si temeva che tale procedura interferisse con la struttura ed il metabolismo corneale. Grazie all'evoluzione delle nuove tecnologie, c'è stato un primo approccio all'uso di questa tecnica. Per documentare tutto ciò, furono eseguiti una serie di studi con materiali PMMA. Queste ricerche evidenziarono una riduzione della miopia durante il trattamento, prima di raggiungere un "effetto plateau"

che impediva un'ulteriore diminuzione della stessa ametropia. Queste riduzioni variavano da 0,30 a 1,52 D in ametropi con un valore da 2,5 a 4,00 D di miopia. Il tempo necessario per apprezzare questi cambiamenti variava da tre a dieci mesi, con un tasso di riduzione dell'ametropia diverso tra i vari soggetti. Generalmente la riduzione dell'ametropia si otteneva nei primi sei mesi. Le prime tecniche di adattamento usavano lenti che venivano appiattite progressivamente con conseguente aumento dell'astigmatismo corneale secondo regola di oltre 0,80 D. Tale variazione era probabilmente causata dal posizionamento della lente nella parte superiore della cornea, situazione dovuta alla curva base molto piatta, che provocava una pressione nella zona superiore della cornea e rimodellava la parte inferiore. Tutto ciò supportò una teoria formulata successivamente, secondo la quale "il potere della cornea non può essere eliminato o creato ma semplicemente ridistribuito". Con queste prime tecniche, i limiti maggiori erano la difficile previsione del valore di miopia da ridurre e anche l'enorme fluttuazione dell'acuità visiva durante il trattamento. Purtroppo, a causa delle poche tecnologie in uso, il risultato finale si basava su un sistema di misura approssimativo attraverso la cheratometria. Secondo la teoria, più la forma della cornea è sferica e l'eccentricità è bassa, minore è l'influenza dell'orto-K; dunque, si pensava che cornee più allungate e con eccentricità più elevata fossero più indicate ad una riduzione della miopia. Durante questo processo, la cornea aumentava la sua sfericità come differenza tra il meridiano più piatto e più stretto e diminuiva l'eccentricità. L'applicazione del 1962 prenderà il nome di "ortocheratologia", termine coniato da Newton Wesley e nel 1976 sarà definita da Kerns come " la riduzione, modificazione o eliminazione del difetto refrattivo mediante applicazione programmata di lenti a contatto ".

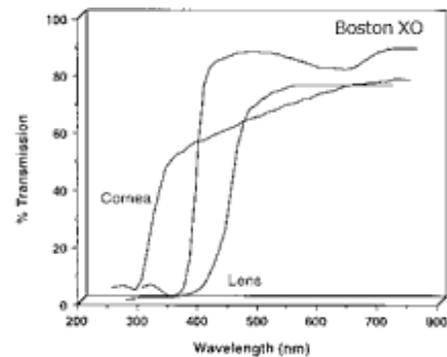


2.2 Materiali utilizzati

Negli anni 70, l'unico materiale disponibile per le lenti a contatto rigide era il PMMA (polimetilmetacrilato), un polimero termoplastico ottenuto dalla reazione di esterificazione dell'acido acrilico con l'alcool metilico. Il metil-metacrilato è un monomero con molti vantaggi, quali la durezza, la rigidità e le ottime qualità ottiche; i suoi grandi svantaggi, però, sono la sua impermeabilità all'ossigeno e l'impossibilità di ricambio del film lacrimale sotto la curva di inversione e, poiché il trattamento ortocheratologico prevede un uso prolungato delle LaC, il PMMA induceva in molti pazienti ipossia durante il porto delle lenti ad occhi aperti. In molti casi, esso causava anche edema centrale corneale, una condizione in cui il valore dell'idratazione corneale cresce, causando visione annebbiata; a causa dell'edema si era riscontrato un aumento della curvatura durante il periodo di adattamento iniziale, seguito da un appiattimento

graduale risultato del molding corneale. Il problema dell'edema corneale è collegato al valore di Dk/t dei materiali utilizzati, ossia la quantità di ossigeno che passa attraverso il materiale della lente di un certo spessore. Durante gli anni, però, sono stati introdotti materiali biocompatibili che non alterano la struttura e la funzione della superficie con cui interagiscono. L'uso di materiali ad alta permeabilità all'ossigeno può ridurre o eliminare l'incidenza di livelli di ipossia

durante il porto notturno delle lenti. Il materiale maggiormente utilizzato per le lenti orto-K è il BOSTON XO (hexafocon A), composto da fluorosilicone acrilato, polimero che assorbe anche le radiazioni ultraviolette nocive per i tessuti oculari. Esso ha un indice di rifrazione di 1,415, una trasmissibilità della luce del 92% ed è composto dal fluoro, che conferisce alla lente un'elevata permeabilità all'ossigeno e dal silicone acrilato, il quale è composto da silossano e metil-metacrilato e dona alla lente una grande resistenza meccanica e una buona stabilità strutturale.



Boston XO - 0.07 mm thick Boston XO Contact Lens/Material (Ice Blue)

Proprietà dei materiali

- Permeabilità all'ossigeno: è una caratteristica fondamentale affinché ci sia una buona tollerabilità al porto delle lenti a contatto, poiché la presenza di ossigeno è un fattore indispensabile per il metabolismo corneale. La capacità di trasmettere ossigeno è data dal valore di "Dk": "D" rappresenta il coefficiente di diffusione del gas attraverso il materiale, mentre "k" è una costante che indica la solubilità dell'ossigeno nel materiale stesso. La trasmissione di ossigeno attraverso la lente è fondamentale, poiché la cornea è priva di vascolarizzazione e, dunque, riceve l'ossigeno necessario al suo metabolismo prevalentemente dall'atmosfera.
- Bagnabilità: essa è la capacità di un liquido di ricoprire una superficie solida ed ha particolare importanza in relazione al mantenimento del film lacrimale, che è una condizione necessaria per la compatibilità tra occhio e lente.
- Biocompatibilità: la mancanza assoluta di reazione avverse da parte dell'organismo verso un materiale.
- Durezza
- Resistenza ai depositi
- Peso specifico
- Spessore

2.3 Le prime geometrie per le lenti orto-K

Nel corso degli anni l'ortocheratologia ha compiuto un'importante evoluzione. Le lenti per orto-K della prima generazione erano progettate con la zona periferica più piatta rispetto alla curva base: erano delle comuni lenti a contatto rigide applicate il più piatto possibile, pur mantenendo una posizione per la lente accettabile sulla cornea. Tuttavia, queste geometrie applicate piatte, generalmente, erano decentrate verso l'alto e ne conseguiva distorsione corneale e problemi come un aumento del valore dell'astigmatismo. Inoltre, il materiale utilizzato per queste lenti era il PMMA, il quale provocava edema corneale, amplificando la distorsione. Si procedeva applicando lenti a cui si apportavano piccole variazioni alla geometria, ma la procedura era lunga, costosa e anche noiosa, sia per l'ametropo che per l'applicatore. L'uso notturno, inoltre, era rischioso poiché non si disponeva di materiali rigidi gas permeabili con alto valore di Dk. Con la seconda generazione di lenti orto-K si riusciva a gestire meglio il problema del controllo e della riduzione della miopia. Questa tipologia di lenti veniva costruita essenzialmente con un profilo tricurvo che prevedeva, oltre al raggio base,

una curvatura secondaria più chiusa (raggio di curvatura minore). Questo tipo di LAC consentiva di correggere miopie fino ad un massimo di 2-2,50 D, se venivano rispettati i rapporti tra vizio refrattivo ed eccentricità corneale. Diversi pionieri hanno aperto una nuova era nei trattamenti orto-K: Nick Stoyan brevettò la prima lente a "geometria inversa"; Sami El Hage è stato il primo ad utilizzare la topografia corneale per applicare lenti orto-K; Tom Reim, invece, sviluppò un prototipo di lenti per orto-K con quattro curve asferiche e sferiche. Invece, la lente Contex-OK utilizza tre zone ben distinte per controllare meglio un notevole appiattimento della zona centrale.



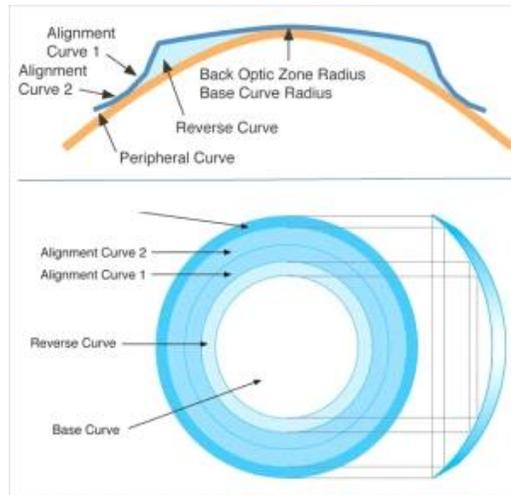
L'uso di questa geometria abbreviava il tempo in cui si otteneva una riduzione della miopia. Questa nuova geometria permetteva un notevole miglioramento rispetto ai sistemi più vecchi di applicazione di lenti rigide più piatte possibili. Ricerche hanno evidenziato che cornee con forme prolate, più curve al centro e più piatte in periferia, e con curvatura moderata rispondono meglio all'ortocheratologia. Cornee con curvature più piatte sembrano più resistenti ai cambiamenti. La geometria inversa tricurve si applica da 1,5 a 4,00 D. più piatta del valore di curvatura più piatto. Le lenti dovrebbero mostrare un movimento di 1-2 mm ad ogni ammiccamento. Importante per ottenere una buona applicazione è la centratura, che la prima generazione di lenti non riusciva ad ottenere poiché essa si posizionava in alto, causando un astigmatismo secondo regola e i portatori lamentavano visione doppia quando la pupilla si dilatava. Dunque, la centratura della lente era problematica: la curva a geometria inversa, zona più stretta, era molto ampia, con un elevato sollevamento al bordo che causava un eccessivo movimento della lente, rendendo il posizionamento della lente inadeguato. Gli ametropi erano valutati dopo 4 ore di uso della lente per valutare se l'applicazione risultava stretta e/o la lente aderiva alla cornea: se si verificava uno dei due casi

bisognava ordinare una nuova lente con una curva base più piatta. Spesso alcuni ottici ordinavano sin dall'inizio due coppie di lenti per ogni ametropo: una coppia con una base di 0,10 mm più piatta dell'altra. Quando, poi, le lenti diventavano più strette a causa della nuova conformazione corneale, venivano sostituite con lenti più piatte per 1-3 settimane. Quindi, veniva ordinata una terza coppia di lenti e inoltre era essenziale che ogni lente più piatta dovesse avere la corretta compensazione del potere per assicurare una buona visione durante l'uso giornaliero. Questa tecnica di eseguire quattro, cinque piccoli cambi della lente consentiva un miglior controllo della centratura. Nella prima settimana di uso della lente, la riduzione del valore della miopia poteva raggiungere circa 1,00 D con un'ulteriore diminuzione nei successivi 3-6 mesi di trattamento fino a raggiungere un massimo di 2,00-3,00 D di riduzione. Le lenti a geometria inversa furono utili anche per correggere ametropi che avevano subito un intervento di chirurgia refrattiva o di cheratoplastica, poiché era difficile o quasi del tutto impossibile applicare lenti gas permeabili convenzionali o lenti morbide su queste cornee alterate chirurgicamente.

2.4 Le odierne geometrie

Le moderne lenti per ortocheratologia consistono di quattro zone:

- **Curva Base:** serve a rimodellare la zona ottica corneale esercitando una pressione sul film lacrimale compreso tra la lente e la cornea di circa 10 micron. Questa curva ha il diametro di circa 6.0 mm e il suo valore deve essere calcolato attentamente al fine di compensare l'ametropia del soggetto esso viene calcolato: $BOZR [D] = k [D] + target\ power + Jessen\ factor$, In cui k è il raggio di curvatura corneale anteriore del meridiano più piatto, il target power è l'effetto correttivo da ottenere mentre il Jessen factor è un fattore di compressione.
- **Curva a geometria inversa (Reverse curve):** Ha il raggio di curvatura minore rispetto alla zona ottica. La curva inversa ha la funzione di portare la superficie posteriore della LaC a relazionarsi con la cornea medio-periferica, creando così un raccordo tra zona ottica e curva di allineamento. La zona d'inversione può



essere singola o doppia e ha un'ampiezza che varia da 0.40 mm a 1.00 mm.

- Curva di appoggio (alignment curve): Contribuisce a controllare la sagittale della LaC e crea un'area di appoggio in media periferia, in modo da provvedere e migliorare il movimento e centraggio della lente. Come la curva inversa, anche la curva di allineamento può essere singola, doppia o a più curve, con un'ampiezza che varia tra 1.00 mm e 1.30 mm.
- Curva periferica (peripheral curve): Costituisce un disimpegno periferico ed è finalizzata ad agevolare il flusso delle lacrime sotto la lente, facilitare la rimozione ed evitare aderenze epiteliali. È chiamata anche edge lift e ha un'ampiezza media di 0.25 mm – 0.40 mm

Dunque, viene scelta una curva base iniziale che sia da 0,30 mm a 1,40 mm più piatta del raggio corneale piatto, chiamato "flat K". La dimensione della zona ottica può variare da 6,0 mm a 8,0 mm. Un diametro della zona ottica posteriore tra 6,0 e 6,5 mm è quello più utilizzato. La curva inversa viene scelta più stretta del raggio della curva base. Questa zona "serbatoio" è generalmente da 3,00 a 5,00 D più stretta del raggio base ma in alcune geometrie può essere anche di 9,00 o più diottrie più stretta della curva base. La larghezza della curva a geometria inversa varia tra 0,6 mm e 1,00 mm. Tutti questi parametri possono essere modificati individualmente per raggiungere una migliore applicazione; solitamente la modifica di un parametro richiederà anche una modifica compensativa di uno o più ulteriori parametri della lente.

Il raggio della curva periferica è leggermente più stretto di quello utilizzato nell'applicazione delle comuni lenti gas permeabili e produce una "clearance", ossia un sollevamento al bordo, da 60 a 70 micron, mentre la clearance di una convenzionale lente GP è tipicamente di 80-120 micron. Le moderne geometrie a quattro zone sono state introdotte da Sami El Hage, Tom Reim, Don Noack e altri. Le lenti attuali si ispirano al disegno originario di Tom Reim differenziandosi soprattutto nella zona di allineamento presentando cinque o sei curve. Da questo momento in poi l'ortocheratologia viene definita "accelerata" per la rapidità nella compensazione dell'errore refrattivo e per i cambiamenti topografici indotti dall'utilizzo delle lenti.

2.5 Uso giornaliero rispetto a uso notturno di una lente per orto-K

Le prime lenti a contatto per ortocheratologia erano adatte solo ad un uso giornaliero poiché erano limitate dalle scarse caratteristiche fisiologiche delle lenti in PMMA. La stessa cosa avviene ancora al giorno d'oggi con le lenti per ortocheratologia realizzate con polimeri gas permeabili di bassa e media permeabilità. Come il PMMA questi polimeri non sono adatti ad un sicuro uso notturno delle lenti per orto-K. Poiché erano utilizzate per uso diurno, le prime lenti per ortocheratologia erano difficilmente sopportabili dai portatori: erano poco confortevoli e non permettevano una buona qualità della visione. Un altro svantaggio era l'alto costo di questa procedura per l'elevato numero di lenti necessarie, otto paia o più, ed il lungo periodo di trattamento, dai nove ai dodici mesi, senza avere alcuna possibilità di garantire in maniera accurata quale sarebbe stato il risultato visivo finale. L'ortocheratologia tradizionale, praticata dagli anni 60 in poi, utilizzava delle lenti a contatto a geometria convenzionale, progressivamente applicate il più possibile piatte al fine di ridurre l'altezza della cornea centrale e, di conseguenza ridurre la miopia. Durante il trattamento, la visione, alcune volte, peggiorava a causa di un anomalo posizionamento della lente che causava un aumento dell'astigmatismo secondo regola o, in casi peggiori, una distorsione corneale. L'introduzione di nuovi polimeri GP ad elevata permeabilità ha consentito l'uso notturno anziché diurno delle lenti. Ovviamente l'ortocheratologia notturna può essere effettuata solo utilizzando polimeri GP approvati per un uso notturno. Questo consente un facile e veloce adattamento della lente da parte del portatore. Le nuove ed innovative lenti con geometria inversa, a quattro, cinque e sei curve, hanno permesso un miglior controllo del posizionamento della lente ma hanno fornito anche agli applicatori dei mezzi scientifici e più precisi per controllare la riduzione della miopia. Dunque, quello che si poteva raggiungere negli anni 60 in 9-12 mesi oggi lo si può abitualmente raggiungere in 30 giorni, infatti circa l'80% dei portatori trattati con la moderna orto-K raggiungono la riduzione miopica desiderata con solo un paio di lenti, rispetto alle otto o più paia necessarie con le vecchie procedure.

2.6 Le forze agenti sul sistema occhio-lente

Per poter comprendere in che modo la lente a contatto agisce sulla superficie corneale, bisogna considerare le forze che agiscono sulla LaC stessa. Esse sono:

- Forza di gravità
- Forza palpebrale durante l'ammiccamento
- Tensione superficiale del film lacrimale
- Forza di compressione del film lacrimale post lente

La forza di gravità andrebbe ad agire sul baricentro della lente a contatto e sarebbe tanto maggiore quanto maggiore è la massa della LaC. Grazie all'introduzione della geometria inversa e all'uso notturno di queste lenti, la forza di gravità è annullata poiché le lenti vengono indossate durante la notte, quando si è in posizione supina. La forza palpebrale è una forza compressiva positiva che la palpebra genera sulla LaC durante l'ammiccamento. La tensione superficiale è, invece, la forza che si crea sul bordo della lente, dove il menisco lacrimale che si forma, genera una forza negativa che favorisce il centraggio della LaC sulla cornea. Se queste forze rivestono un ruolo importante nelle applicazioni diurne, esse sono nulle nelle applicazioni notturne, in quanto, come già detto in precedenza, il portatore durante il sonno si trova in posizione supina. L'unica forza rilevante è la forza di compressione sul film lacrimale post lente. Hayashi, affermò che lo strato lacrimale, presente tra la LaC e la cornea, genera una forza, qualora lo spessore del liquido sia molto inferiore alla lunghezza delle superfici. Affinché ci sia un processo di molding, ossia rimodellamento corneale, è necessario che sia una disuguaglianza di forze sopra la cornea. Dunque, la formula che regola l'insieme di forze che agiscono sul sistema lente/cornea ad occhio chiuso sarà:

FORZA TOTALE = FORZA PALPEBRALE + FORZA DI COMPRESSIONE DEL FILM

Questo meccanismo è definito Push and Pull.

2.7 Strumenti necessari e consigliati

Gli strumenti richiesti per un'applicazione orto-K sono:

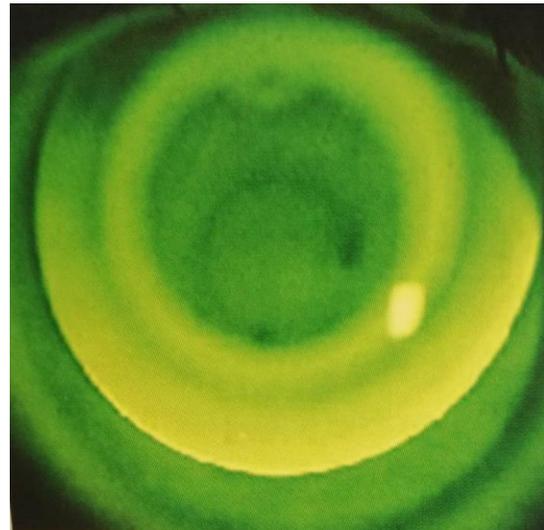
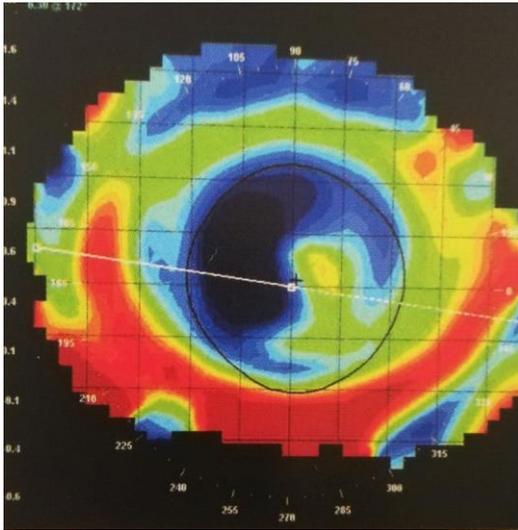
Il Topografo è uno strumento composto da un disco di Placido, che proietta sulla cornea una serie di anelli concentrici, rilevando ed acquisendo la riflessione dei cerchi luminosi sulla cornea. Le immagini raccolte vengono, poi, inviate al computer dotato di un apposito software di elaborazione. I moderni topografi possono elaborare diverse mappe, tangenziale, assiale, altimetrica e refrattiva, le quali permettono un accurato studio della superficie oculare trasparente. Quanto più è irregolare la superficie tanto più l'immagine proiettata apparirà distorta. La topografia corneale permette di misurare con estrema precisione la curvatura della superficie anteriore della cornea in ogni suo punto. Il risultato dell'esame viene valutato attraverso la rappresentazione grafica di una mappa colorata. Ad ogni colore corrisponde un raggio di curvatura: i colori freddi (tendenti al blu) indicano i punti della cornea più piatti e, quindi, con raggio di curvatura maggiore, mentre quelli caldi, che tendono al rosso, indicano una maggiore curvatura. Oltre alla scala dei colori, i moderni topografi indicano anche il potere della cornea.



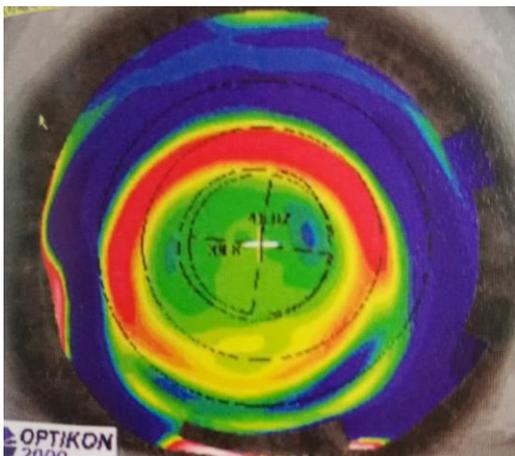
Il topografo è uno strumento che permette al contattologo di conoscere perfettamente l'andamento topografico della cornea prima dell'applicazione di una lente a contatto. La forma della cornea cambia dall'inizio del trattamento fino al raggiungimento del risultato desiderato. Questi cambiamenti possono avvenire rapidamente all'inizio, e poi rallentare man mano che la cornea si adatta alla sua nuova forma e raggiunge l'effetto desiderato.

La topografia è importante anche per assicurarsi che la lente per orto-K sia ben centrata. Lenti che si posizionano troppo in alto possono provocare un appiattimento della parte superiore della cornea e possono causare una distorsione localizzata della cornea stessa.

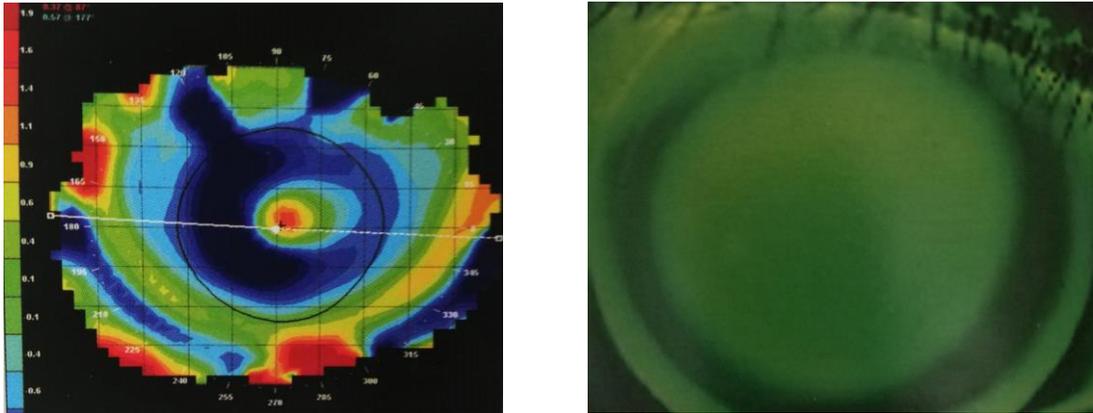
Una lente posizionata in alto può causare un pattern "Smiley face" (faccia sorridente) che indica una chiusura nella parte inferiore della cornea.



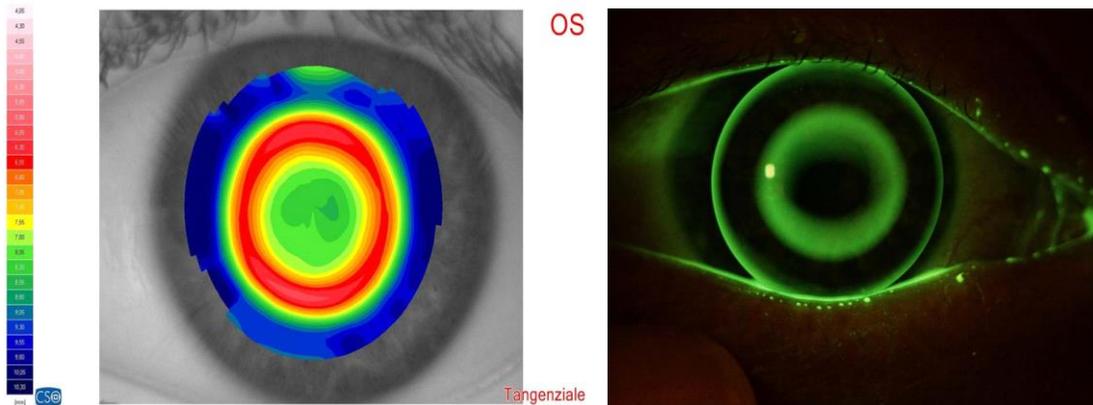
Un pattern "Frowny face" (viso corruciato), invece, denota un restringimento della parte superiore della cornea causato dalla pressione della lente nella parte inferiore.



Lenti che, invece, saranno applicate troppo strette formeranno delle "Central Islands" (isole centrali) che avranno un impatto negativo sull'acuità visiva.



Indice di un'applicazione ideale è il pattern topografico bull's eye (occhio di bue), che indica che la lente è centrata in modo accettabile sia verticalmente che orizzontalmente. I requisiti per una corretta risposta corneale sono una redistribuzione ottimale delle forze e centratura della LaC.



Inoltre, grazie all'intervento di sofisticati software è possibile, partendo da questa precisa analisi morfologica della cornea, simulare l'applicazione delle lenti a contatto consentendo la costruzione di LAC adeguate alle caratteristiche della cornea per un risultato applicativo più preciso e rapido.

La lampada a fessura, o biomicroscopio, è uno tra gli strumenti di valutazione indispensabile nella pratica contattologica; permette di condurre un'ispezione dettagliata del segmento anteriore dell'occhio. L'esame condotto con la lampada a fessura è un aspetto essenziale della valutazione preliminare del potenziale portatore di lenti a contatto e nella valutazione post-applicativa. L'esame con la lampada a fessura da eseguire sui nuovi portatori si prefigge due finalità: valutare l'idoneità dell'occhio all'utilizzo delle lenti a contatto e osservare eventuali cambiamenti durante l'uso delle lenti a contatto. La lampada a fessura consente di valutare l'adattamento delle lenti in situ, tanto per le rigide quanto per le morbide. Nei controlli post-applicativi, la lampada a fessura consente allo specialista di formulare un giudizio oggettivo dell'interazione che viene a crearsi fra la lente e l'occhio, oltre ad una prima valutazione del deterioramento della lente a contatto. Questo strumento dunque svolge un ruolo importante in tutti gli aspetti della pratica contattologica e nella pratica optometrica generale.

La lampada a fessura è composta da un sistema di osservazione, il biomicroscopio con 3-6 ingrandimenti e un sistema di illuminazione, la lampada a fessura, che possono essere regolati. Essa permette di osservare il segmento anteriore del bulbo: gli annessi oculari, gli strati corneali, il vitreo e la camera anteriori, il cristallino e l'iride attraverso tecniche d'illuminazione base che si dividono in dirette e indirette. L'illuminazione diretta si ha quando la lampada a fessura e il biomicroscopio sono rivolti verso lo stesso punto e fra queste ricordiamo: Diretta; Diffusa; Parallelepipedo; Sezione Ottica; Fascio Conico. Mentre l'illuminazione indiretta si ha quando la lampada a fessura e il biomicroscopio non sono rivolti verso lo stesso punto e fra queste ricordiamo: Indiretta; Retroilluminazione; Diffusione Sclerale. Davanti alla sorgente di luce possono, inoltre, essere posizionati diversi filtri di colore, per far risaltare le diverse strutture. Il più importante è un filtro blu di cobalto che serve per osservare la colorazione dei vari tessuti oculari grazie alla fluoresceina. La fluoresceina sodica è un colorante vitale che permette la colorazione del tessuto epiteliale danneggiato. Essa è una sostanza che gode della particolare proprietà ottica della fluorescenza, quando infatti riceve delle radiazioni elettromagnetiche nell'UV e nel blu emette una radiazione elettromagnetica intorno ai 520-530 nm, che nello spettro del visibile corrisponde ad un colore tra il giallo e il verde. Rappresenta il sistema migliore per giudicare l'integrità corneale e congiuntivale e, in particolare, è in grado di evidenziare cambiamenti tessutali. La fluoresceina è utilizzata in contattologia non solo per valutare la stabilità di una lente a contatto rigida gas permeabile, ma anche per effettuare diversi test lacrimali prima di un'applicazione come il BUT o il test del menisco lacrimale sopra citati. Attraverso l'instillazione di fluoresceina si può valutare l'appoggio della lente sulla superficie corneale anteriore: quando la lente a contatto è stretta, non consente il necessario ricambio lacrimale, quindi, risultano delle zone caratterizzate da una fluorescenza più lieve o assente e un accumulo di fluoresceina a livello della zona ottica. Al contrario, quando una lente a contatto applicata è troppo piatta si ha un anello scuro al centro, nella zona ottica, e fluoresceina ai bordi.

Tecnica d'esame con lampada a fessura

- Per l'esame della congiuntiva, dei margini palpebrali, della sclera e dell'iride, bisogna utilizzare un fascio diffuso.
- Per l'esame della cornea bisogna usare il metodo della diffusione sclerale con il fascio circolare focalizzato sul limbus. Oppure si può illuminare direttamente la cornea e guardare con un'inclinazione tale da osservare una parte illuminata a forma di parallelepipedo.
- Per osservare l'endotelio bisogna usare il fascio circolare con la tecnica della riflessione speculare e "alti" ingrandimenti.
- Mentre si illumina direttamente una certa parte del segmento dell'occhio, altre parti si trovano nella condizione di illuminazione indiretta, retroilluminazione, riflessione speculare, ecc.; perciò, è importante osservare attentamente anche tutto quello che si trova nei contorni, cercando, quindi, di focalizzare continuamente anche sulle altre zone.

La fluoresceina è utilizzata in contattologia non solo per valutare la stabilità di una lente a contatto rigida gas-permeabile, ma anche per effettuare diversi test lacrimali prima di un'applicazione come il BUT o il test del menisco lacrimale sopra citati. Attraverso l'instillazione di fluoresceina si può valutare l'appoggio della lente sulla superficie corneale anteriore: quando una lente a contatto è stretta, non consente il necessario ricambio lacrimale, quindi risultano delle zone caratterizzate da una fluorescenza più lieve o assente e un accumulo di fluoresceina a livello della zona ottica. Al contrario, quando una lente a contatto applicata è troppo si ha un anello scuro al centro nella zona ottica e fluoresceina ai bordi.

Il pattern fluoresceinico di una lente a contatto applicata con un trattamento ortokeratologico è differente dalle tradizionali lenti a contatto poiché in ortokeratologia, come abbiamo detto in precedenza, viene utilizzata una particolare geometria, chiamata geometria inversa. Dunque, l'applicazione di una lente ortokeratologica ideale prevede una zona d'appoggio centrale adeguatamente ampia in modo da garantire che la pressione esercitata dalla lente a contatto sia distribuita in maniera uniforme sulla zona ottica corneale, superficie di contatto tra la lente a contatto e la cornea.



Se la lente risulta essere piatta, la curva base della lente si avvicina all'apice corneale mentre il bordo si solleva, infatti è presente un serbatoio lacrimale ampio ma la curva medio periferica è assente. Quest'applicazione determinerà depitelizzazioni per sfregamento e decentramento poiché la lente è instabile, infatti, a causa dell'eccessivo sollevamento ai bordi, il movimento sarà maggiore di 2.0 mm. Per ottenere un'applicazione più stretta bisogna diminuire il raggio, aumentare il diametro o ridurre il rapporto di svincolo. Quando, invece, la lente risulta stretta, si ha un aumento dell'altezza sagittale della lente. La fluoresceina invade la zona ottica della lente e non si ricambia durante l'ammiccamento. La zona d'appoggio centrale non si distingue facilmente, l'appoggio periferico è eccessivo e si creano delle bolle d'aria nella zona della curva inversa. In questo caso durante gli ammiccamenti la lente tende a rimanere quasi immobile. Una lente eccessivamente stretta potrebbe provocare ipossia e neovascolarizzazioni. Per rendere, quindi, la lente più piatta bisogna aumentare il raggio, diminuire il diametro totale o aumentare il rapporto di svincolo e il sollevamento ai bordi.

- Autorefrattometro, forottero o occhiale di prova
- Oftalmoscopio diretto
- Tabelle per l'acutezza visiva
- Tabelle per la sensibilità al contrasto

2.8 L'ortocheratologia come controllo della progressione miopica

L'ortocheratologia notturna è un'efficace tecnica, grazie alla quale, oltre a correggere fino a 6-7 D di miopia, riesce a rallentarla.

- Ma cos'è la miopia?

In un occhio normale, definito emmetrope, i raggi luminosi provenienti dall'esterno vengono convogliati e messi a fuoco perfettamente sulla retina. La miopia è considerata l'ametropia più comune del genere umano; essa, infatti, affligge il 30% della popolazione USA ed europea e quasi il 75% degli studenti universitari. Essa è un difetto refrattivo dovuto al fatto che i raggi luminosi, che provengono da lontano, vengono messi a fuoco davanti alla retina e non, come dovrebbero, su questa; per cui il soggetto vede sfuocato in lontananza. In questo caso, generalmente, l'occhio è più "lungo" del normale. La miopia si corregge con lenti di tipo negativo, cioè divergenti, che riportano l'immagine sulla retina, restituendo una visione nitida e chiara. La miopia si definisce lieve fino alle 4 D, media fino alle 8 ed elevata oltre questi valori. Quest'ametropia può comparire già nell'infanzia, ma più frequentemente si riscontra nella pubertà; una volta manifestata tende a peggiorare, soprattutto negli adolescenti e

nei giovani adulti anche usando occhiali appropriati. Diversi studi scientifici hanno mostrato come le lenti a contatto ortocheratologiche esercitino un ruolo importante sul controllo della progressione miopica nei giovani; dunque, senza l'uso della chirurgia, grazie all'ortocheratologia, la miopia, fino a 5 D, può essere migliorata in pochi giorni fino ad ottenere una buona acutezza visiva naturale e, gradi più elevati di miopia, oltre le 6 D, otterranno notevoli miglioramenti e minore dipendenza dagli occhiali che prima sarebbero stati impossibili. Esattamente, il termine "controllo della miopia" descrive l'uso di lenti a contatto gas-permeabili applicate in allineamento con il meridiano più piatto e generalmente usate come strumento per la correzione visiva con uso diurno. L'ortocheratologia utilizza lenti a contatto gas permeabili con specifiche geometria per rimodellare la superficie corneale al fine di ottenere un appiattimento, ossia una diminuzione della profondità sagittale apicale della cornea, riducendo o eliminando temporaneamente la necessità di una correzione miopica attraverso un uso continuato, diurno o notturno, di queste lenti. L'uso dell'ortocheratologia non implica, però, che ci sia, in ogni caso, un rallentamento o un arresto della progressione miopica in quanto tutto ciò dipende da una risposta individuale a queste lenti, dalla rigidità corneale e dal periodo di tempo, mesi o anni, in cui queste lenti sono utilizzate. In conclusione, studi preliminari indicano che il trattamento ortocheratologico potrebbe anche rallentare la progressione miopica.

CAPITOLO 3: Procedura applicativa dell'orto-K moderna

3.1 Meccanismo d'azione

Le nuove geometrie di lenti per orto-K hanno permesso il passaggio ad un'ortocheratologia accelerata (AOK), grazie alla quale il processo di rimodellamento della cornea avviene alquanto velocemente, infatti, si ha una modifica già durante la prima notte e notevoli miglioramenti entro i successivi 30 giorni. Con la tecnica ortocheratologica, le lenti rigide a geometria inversa esercitano una pressione meccanica sulla cornea, la cui risposta avviene grazie alle sue proprietà viscoelastiche. Viscoelastici sono quei materiali che sotto l'azione di una forza mostrano un comportamento intermedio tra quello dei solidi elastici e quello dei fluidi; la loro risposta allo sforzo è in parte di tipo elastico ed in parte di tipo viscoso. La caratteristica che differenzia questi materiali dagli altri è che, mentre nel caso dei solidi elastici e dei fluidi viscosi la risposta ad uno sforzo o ad una deformazione istantanea è anch'essa istantanea ed indipendente dal tempo, nel caso dei materiali viscoelastici è una funzione del tempo. Per quanto riguarda la cornea, il collagene e lo stroma sono responsabili dell'elasticità del tessuto, mentre la matrice extracellulare, formata principalmente da proteoglicani e da cheratociti, e l'epitelio corneale, il quale è un tessuto facilmente deformabile, ne determinano le proprietà viscoso. Il meccanismo d'azione su cui si basa l'ortocheratologia è ancora oggi oggetto di dibattiti. Secondo alcuni studi, le lenti a contatto rigide riescono a curvare la cornea, rimodellandola e riducendo, conseguentemente, la miopia. Alcuni studi, invece, ritengono che le modifiche alla forma della cornea nell'ortocheratologia siano temporanee e dimostrano come la cornea sia elastica e come essa abbia una "memoria", ossia quando sottoposta a una forza esterna subisce una deformazione proporzionale alla forza applicata ma quando la forza cessa di agire la deformazione regredisce spontaneamente recuperando la sua forma iniziale. Tutti questi studi dimostrano che, qualsiasi sia il meccanismo d'azione, i cambiamenti della forma della cornea e la conseguente riduzione della miopia sono temporanei e tornano al punto di partenza quando le lenti vengono rimosse. Numerosi studi hanno analizzato gli effetti sui parametri corneali indotti dal trattamento orto-k per la miopia: sembra che l'applicazione delle lenti a contatto gas-permeabili per ortocheratologia che usano una geometria inversa ridistribuisca il tessuto corneale ma non cambi l'errore refrattivo attraverso la superficie corneale. Si pensa che un sottile strato di film lacrimale si venga a creare tra la superficie posteriore della lente e la zona centrale della cornea. La pressione esercitata dal film lacrimale provoca una ridistribuzione delle cellule epiteliali sottostanti dal centro verso la periferia. Questa teoria spiega, inoltre, il motivo per cui non si manifesta alcuna punteggiatura centrale

della cornea o irritazioni varie indossando delle lenti la cui curva base è più piatta del raggio base. Nel 1998 Helen Swarbrick et al hanno valutato i cambiamenti topografici e pacometrici nei portatori di LaC con trattamento di ortocheratologia accelerata, per un periodo di 30 giorni. Attraverso i loro studi hanno scoperto che le cellule dell'epitelio corneale si sono ridistribuite sulla superficie corneale, con dei livelli significativi e hanno riscontrato anche un inspessimento della media periferia corneale, soprattutto nello strato stromale. Dunque, avevano notato che questi cambiamenti avvenivano senza alcuna modifica della curvatura posteriore della cornea, ma erano le cellule epiteliali corneali ad essere ridistribuite a causa della pressione che il film lacrimale esercitava su di essa. Le forze del film lacrimale causano una compressione che provoca una ridistribuzione delle cellule epiteliali verso la periferia della cornea che, dunque, si inspessisce; inoltre, si riduce la profondità sagittale della cornea, causando un accorciamento della lunghezza assiale dell'occhio grazie alla quale si ha un avvicinamento dell'immagine a fuoco sulla macula, e dunque, si riduce o si elimina la necessità di una correzione miopica.

3.2 Intervista e selezione del portatore

L'ortocheratologia può costituire una reale alternativa all'uso quotidiano di lenti a contatto e occhiali. Molti miopi sono attratti dall'ortocheratologia perché non ha limitazioni di età, è reversibile e non è invasiva. Il primo fattore determinante il successo di un trattamento ortocheratologico per la riduzione della miopia e dell'astigmatismo, è la corretta selezione del candidato effettuata dal contattologo. Dunque, è bene precisare che non tutti i pazienti possono ricorrere all'uso di lenti ortocheratologiche: la decisione di ricorrere all'ortocheratologia o meno, perciò, spetta solamente al medico oculista che dopo un'accurata visita valuterà, caso per caso, quale trattamento è più indicato per ciascun paziente. L'uso di lenti ortocheratologiche risulta controindicato in presenza di patologie dell'occhio, in quanto l'applicazione di lenti orto-K potrebbe provocare ulteriori danni e infezioni, quali blefariti, cheratocongintiviti, distrofie corneali, occhio secco patologico, lesioni ed edema corneale; è controindicata in casi di ipersensibilità oculare ed eventuali allergie. Inoltre, anche l'utilizzo di alcuni farmaci, come antidepressivi, antistaminici, antiacne, anticoncezionali, betabloccanti e tiroxina, influisce negativamente sull'utilizzo di una lente a contatto, pertanto è estremamente importante effettuare un'accurata anamnesi, prima delle applicazioni, in modo da conoscere le abitudini del soggetto, il lavoro che svolge, il suo stile di vita, se pratica degli sport e se è una persona adatta al porto di lenti a contatto.

Profilo del candidato al trattamento ortocheratologico:

- Et : dai sette anni in su
- Errore refrattivo sferico: correzione del potere sferico da -0,75 D a -4,00 D
- Errore refrattivo cilindrico: - Astigmatismo corneale "secondo regola" da -1,50 D o inferiore o 1/3 del componente sferico.
- Astigmatismo corneale "contro regola" di -0,75 D o inferiore
- Bambini con miopia che progredisce stabilmente
- Attivit  ricreative o sportive per le quali   vantaggioso avere dei periodi in cui non si indossano dei mezzi correttivi visivi
- Portatori la cui attivit  richiede un certo periodo di acuit  visiva senza aiuti, quali pompieri, militari, agenti di polizia o occupazioni in cui la chirurgia refrattiva potrebbe essere causa di esclusione, come i piloti di alta quota ecc.
- Portatori liberi da distrofie corneali, come il cheratocono, patologie oculari o altre condizioni che potrebbero precludere l'uso di lenti a contatto gas-permeabili
- Motivati a raggiungere una totale o parziale riduzione della miopia e disposti a ritornare al centro per due o tre mesi di trattamento attivo e ogni sei mesi per un trattamento passivo
- Disponibili ad affrontare il costo iniziale e di mantenimento del trattamento orto-K

Successivamente vanno eseguiti dei test pre-applicativi (sopra citati) che valutano il film lacrimale dal punto di vista quantitativo e qualitativo; deve essere ispezionata anche la cornea e la congiuntiva; bisogna valutare la frequenza di ammiccamento, l'apertura palpebrale, poich , se troppo stretta potrebbe provocare l'espulsione della lente durante l'ammiccamento. E' necessario, inoltre, rilevare, attraverso gli appositi strumenti, le curvature corneali, il diametro dell'iride visibile e il diametro pupillare: bisogna, infatti, fare attenzione ai soggetti con pupille grandi perch  potrebbero, dopo il trattamento, avere disturbi in visione scotopica dovuti al fatto che la zona di modellamento potrebbe andare ad intercettare la pupilla con un aumento delle aberrazioni ottiche; inoltre un altro importante parametro da valutare   l'asfericit  corneale.

3.3 Esami preliminari

Prima di effettuare un'applicazione di lenti ortocheratologiche   necessario effettuare degli esami preliminari in modo da valutare la presenza di condizioni anatomico-fisiologiche ottimali. Gli esami pre-applicativi devono essere eseguiti dopo aver sospeso l'uso delle lenti a contatto per un periodo di 24 - 48 ore in caso di lenti morbide,

o di 15 - 20 giorni in caso di lenti rigide. In tal modo si garantisce una rilevazione topografica e un esame del visus affidabili, privi di alterazioni indotte dall'uso di lac.

Questi esami dovrebbero includere:

- Refrazione
- Topografia corneale
- Esame del film lacrimale
- Biomicroscopia
- Oftalmoscopia

3.4 Applicazione iniziale

Per l'applicazione orto-K è necessario un set di lenti di prova per la selezione dei parametri iniziali. Grazie all'utilizzo delle lenti di prova si ricavano importanti informazioni cliniche e soprattutto si può valutare la risposta del paziente e il potenziale successo di adattamento ad una lente orto-K. Durante la prima applicazione bisogna effettuare i primi passi:

- Refrazione e acuità visiva naturale, che sarà confrontata con l'acuità visiva alla fine della seduta dopo che il soggetto avrà utilizzato le lenti di prova per circa un'ora. Ciò servirà per stabilire se la risposta corneale al modellamento è sufficiente, ma anche per motivare e spronare il paziente.
- Analisi in lampada a fessura per indagare ulteriormente lo stato della cornea e il film lacrimale.
- Rilevamento dei parametri corneali attraverso la topografia

Dopo questi primi tre passi, bisogna scegliere la lente più adatta al soggetto: la lente iniziale è scelta attraverso l'utilizzo di un set di prova o di uno specifico software. Di norma, la lente iniziale scelta non dovrebbe essere applicata sufficientemente piatta poiché causerebbe una sigillatura della zona intermedia. La lente, invece, dovrebbe potersi muovere di 1-2 mm durante l'ammiccamento. La lente di prova dovrebbe essere valutata dopo 10-30 minuti dall'applicazione, quando la lacrimazione iniziale si sarà ridotta.

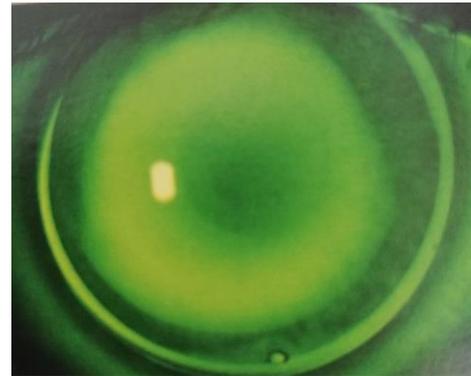
Dopo che la lacrimazione sarà stabilizzata bisognerà:

- Controllare la figura fluoresceinica per stabilire se le lenti sono giuste.
- Effettuare una refrazione per verificare se l'effetto ortocheratologico prodotto con queste lenti è quello desiderato.

Se l'applicazione della lente di prova è accettabile, al portatore può essere concesso di indossare le lenti per ulteriori quattro-sei ore prima di un successivo controllo. Inoltre, se la lente risulta ben applicata, generalmente, si fa indossare durante la notte al fine di valutare l'applicazione la mattina successiva.



Poichè la cornea, durante il porto, modifica la sua forma, solitamente dopo due-sette giorni, la lente iniziale diventa più stretta.



In questo caso, la lente dovrà essere rimpiazzata con una lente con inferiore altezza sagittale. Molti applicatori esperti, infatti, ordinano autonomamente un secondo paio di lenti la cui curva base è 0,10 mm più piatta di quella iniziale con un'appropriata compensazione del potere. Questo permette di sostituire immediatamente le lenti divenute troppo strette con un paio più piatte, senza dover interrompere il trattamento ortocheratologico.

3.5 Adattamento lenti e Follow up

Una volta scelta la lente iniziale ottimale, si istruisce il paziente su come applicare e rimuovere le lenti. Questo adattamento permette al portatore di indossare immediatamente le lenti durante la notte, per poi essere visitati, nel centro di applicazione, la mattina successiva, indossando ancora le lenti.

L'esame delle lenti riguarderà:

- **Centratura:** è un aspetto di fondamentale importanza per il trattamento orto-K poichè le lenti decentrate non producono la riduzione della miopia desiderata. Inoltre, se la lente non è ben centrata, oltre ad una scarsa acuità visiva, potrebbe causare una distorsione corneale. Da un decentramento in alto, potrebbe risultare un'applicazione piatta; mentre, da un decentramento in basso potrebbe risultare un'applicazione stretta. Un'applicazione ideale si ha, invece, quando la lente è ben centrata sia verticalmente che orizzontalmente.
- **Movimento:** con l'ammiccamento le lenti dovrebbero muoversi di 1-2 mm. Se, dopo la prima notte di porto, le lenti risultano adese alla cornea, bisognerà

sostituirle con delle lenti più piatte.

- Pattern fluoresceinico: è importante valutare la dimensione e la forma dell'accumulo lacrimale e il movimento delle lenti; inoltre, è fondamentale osservare se ci sono eventuali impronte di adesione delle lenti, bolle d'aria nella zona della curva inversa e cambiamenti nell'appoggio centrale. Non dovrebbero esserci depositi intrappolati sul retro della lente. Nelle applicazioni orto-K, l'esame del pattern fluoresceinico è limitato solo all'osservazione del posizionamento delle lenti nell'occhio aperto, ad una sua eventuale adesione, alla valutazione dell'integrità corneale e alla determinazione della larghezza e profondità della zona inversa, poiché lo spessore del film lacrimale sotto queste lenti varia solo di pochi micron. Risulta, quindi, impossibile differenziare le applicazioni accettabili da quelle che non lo sono attraverso quest'esame. Può, però, essere utile utilizzare un filtro Wratten giallo che viene posizionato davanti all'obiettivo della lampada a fessura per aumentare il contrasto della fluoresceina.

Dopo quest'attento esame, bisogna rimuovere le lenti per valutare l'acuità visiva senza ausili. Si deve valutare lo stato della cornea attraverso la lampada a fessura, eseguire una refrazione e anche una topografia corneale per determinare e considerare i cambiamenti nella forma della cornea. Dopo tutto ciò, bisogna istruire il paziente sulla manipolazione e manutenzione delle lenti a contatto. Questa è una fase molto importante in quanto si deve trasmettere al paziente la necessità di seguire le istruzioni d'uso. Poi, si consegnano le lenti con le soluzioni per la manutenzione e si fa firmare al paziente una dichiarazione di conformità e le istruzioni per l'uso con il consenso informato. E' necessario evidenziare al paziente che, se al mattino, le lenti dovessero aderire, è necessario utilizzare un sostituto lacrimale e massaggiare delicatamente in modo da far staccare la lente dalla cornea e, successivamente, rimuoverla.

Una volta consegnate le lenti a contatto, i pazienti devono essere richiamati regolarmente per eseguire visite di controllo ortokeratologiche con il proprio applicatore e tutte le informazioni con il paziente devono essere adeguatamente documentate. Questi controlli dovranno essere ripetuti dopo:

- una settimana
- un mese
- tre mesi
- sei mesi
- nove mesi
- un anno

Dopo un anno le lenti dovranno essere sostituite con delle opportune nuove lenti.

CAPITOLO 4: L'orto-K: sì o no?

4.1 Controindicazioni

Le controindicazioni al trattamento orto-K possono essere parziali o assolute. Le controindicazioni parziali sono condizioni che presuppongono la necessità di effettuare controlli più frequenti in modo tale da poter controllare eventuali complicanze. Questo trattamento è parzialmente controindicato in caso di astigmatismi elevati, anisometropie e alterazioni dello stato eteroforico, L'orto-K è una tecnica indicata per ridurre le anisometropie miopiche, ossia la condizione in cui i due occhi hanno una diversa rifrazione; prima di iniziare un trattamento ortocheratologico, però, bisogna accertarsi che il paziente presenti una buona visione binoculare o perlomeno che non lamenti diplopia. Questa possibilità deve essere accertata preventivamente, applicando lenti a contatto monouso di gradazione pari a quella che si vorrà ottenere con l'orto-K, e ricontrollando lo stato eteroforico. La presenza di diplopia fissa o intermittente non può essere causa di controindicazione assoluta, poiché, utilizzando prima lenti a contatto disposable ed esercizi ortottici o visual training optometrico, si può tentare di ristabilire una visione binoculare stabile e confortevole. Una volta eliminata la diplopia, si potrà, poi, iniziare un programma ortocheratologico. Nel caso in cui ci siano, invece, patologie oculari o degli annessi come blefariti, occhio secco e/o allergie, se trattati opportunamente, possono essere compatibili con questo trattamento. E' necessario, quindi, come per ogni altra applicazione di LaC, escludere la presenza di qualsiasi processo patologico ed infiammatorio attivo, che già normalmente preclude ogni altra applicazione contattologica. Per ciò che, invece, concerne le controindicazioni assolute, esse si dividono in oculari, sistemiche, ambientali e psico-attitudinali. In queste condizioni non è garantita la riuscita né la sicurezza del trattamento. Tra le condizioni oculari troviamo: cheratocongiuntiviti secche, leucomi, lesioni corneali, fragilità epiteliale, ridotta sensibilità corneale, la quale può provocare ulcere, abrasioni ed erosioni corneali. Tra le Controindicazioni assoluta ritroviamo anche lo Staining corneale (punteggiatura epiteliale) che può essere rilevato eventualmente durante l'adattamento e può essere eliminato con opportune modifiche alla geometria delle lenti orto-K; lo staining corneale può anche essere causato da fragilità epiteliale: si osserva fragilità epiteliale quando la superficie corneale si colora dopo aver instillato fluoresceina. Le punteggiature epiteliali possono essere causate da adesione e indentazione della lente a contatto, risolvibili con modifiche appropriate dei parametri geometrici della lente a contatto per ortocheratologia. Se, però, nonostante le modifiche, la presenza di punteggiature permane o aumenta, questa deve essere considerata come segno di controindicazione assoluta. Altre controindicazioni oculari

assolute sono diametro pupillare fotopico superiore a 5,5 mm o edema corneale. Tra le controindicazioni assolute sistemica troviamo: alterazioni ormonali, ipertiroidismo, diabete e allergie sistemiche; la presenza di allergie primaverili può, nella fase acuta, indurre il paziente a sospendere l'uso delle lenti a contatto notturne. In questi casi, prima di interrompere completamente l'uso delle lenti, si può, in alcuni casi, passare ad un porto diurno parziale poiché, nelle miopie lievi, sono sufficienti poche ore di porto diurno per mantenere un'acuità visiva soddisfacente. Tra le condizioni assolute ritroviamo anche l'utilizzo di qualsiasi farmaco topico o sistemico che influisca sulla fisiologia oculare o sull'applicazione e la presenza di cheratocono o altre distrofie oculari: l'esame videocheratoscopico con il disco di Placido e l'esame con la lampada a fessura devono escludere la presenza di irregolarità corneali, forme distrofiche e di cheratocono. Come vediamo, le controindicazioni al trattamento ortocheratologico sono circa le stesse di un qualsiasi tipo di applicazione di lente a contatto.

4.2 Pro - Contro

Il trattamento ortocheratologico notturno presenta un gran numero di vantaggi:

- Il principale vantaggio è che l'ortocheratologia è un'alternativa non chirurgica per la compensazione transitoria della miopia: questo trattamento è, infatti, indicato per coloro che non possono o non vogliono sottoporsi ad un intervento di chirurgia refrattiva. Inoltre, la chirurgia refrattiva, come in ogni terapia medica o chirurgica, può causare problemi ed inconvenienti: nei trattamenti laser, uno dei problemi più riscontrati è l'insufficiente correzione; in tal caso il paziente può avere ancora bisogno di occhiali anche se questi diventano meno necessari. In altri casi, è possibile che ci sia una regressione: il difetto visivo viene corretto bene per un certo periodo, ma in un secondo momento può ripresentarsi. Possibile ma poco frequente è anche una correzione superiore al necessario che può comportare ancora l'uso saltuario dell'occhiale. Altri possibili disturbi o inconvenienti legati alle procedure refrattive possono essere: fastidio alla luce e percezione di aloni soprattutto in condizioni di dilatazione pupillare, ossia soprattutto in visione notturna.
- L'ortocheratologia è una tecnica sicura con poche complicazioni.
- E' una procedura reversibile: la cornea ritornerà alla forma originale entro 90 giorni dal momento in cui si smetterà di portare le lenti.
- Non esiste un limite di età massima in cui il trattamento non può essere

praticato.

- Esistono opzioni sia per il controllo che per la riduzione della miopia.
- L'adattamento è molto facile ed è richiesto il solo uso notturno delle lenti.
- E' una tecnica innovativa per dire addio a occhiali e lenti a contatto.
- Al mattino, quando ci si sveglia, si vede bene.
- Miglioramento della visione più rapido e zona di trattamento più centrale.
- Minor rischio di smarrimento delle lenti.
- Visione libera per lo sport, lavoro e divertimento, eliminando la dipendenza da occhiali e lenti a contatto: durante l'attività sportiva, in qualsiasi sport, che sia all'aria aperta o in altri ambienti, la miopia può creare un vero problema. L'ortocheratologia può risolvere questo disagio, evitando a moltissimi sportivi l'uso degli occhiali e delle normali lenti a contatto, permettendo loro di praticare liberamente l'attività preferita. Grazie all'ortocheratologia, coloro che praticano sport acquistano maggiore sicurezza e soprattutto si elimina la possibilità di rompere gli occhiali o perdere le lenti a contatto durante l'attività sportiva.
- Aviatori, pompieri, forze dell'ordine, possono raggiungere gli standard visivi richiesti senza lenti.
- Le lenti orto-K sono più confortevoli rispetto alle lenti gas-permeabili tradizionali e richiedono minor tempo di adattamento.
- Non vi sono segni di punteggiatura corneale a ore 3 e ore 9.
- In caso di necessità sono utilizzabili sia per uso diurno sia per quello notturno.
- Previene, in alcuni casi, l'aumento progressivo della miopia nei giovani.

Gli svantaggi, invece, sono:

- Generalmente non si possono ridurre più di 5 o 6 D di miopia, 3 di astigmatismo, di ipermetropia e presbiopia.
- La procedura richiede tempo, con prove, controlli e possibili sostituzioni periodiche delle lenti ortocheratologiche.
- Essendo la procedura reversibile, bisogna continuare a portare le lenti

ortocheratologiche di notte per correggere i difetti visivi.

- Costi più elevati

4.3 Costi e ricavi

Il trattamento ortocheratologico implica costi più elevati per l'applicatore, sia per quanto riguarda le lenti che per il maggior tempo di dedicare all'applicazione ed al follow-up. Per questa ragione anche i prezzi per l'ametropia sono molto più elevati rispetto ad una convenzionale applicazione di lenti gas-permeabili. L'applicazione ortocheratologica è in qualche modo competitiva nei confronti della chirurgia refrattiva e di altre modalità di correzione visiva come alcune lenti a contatto convenzionali e degli occhiali. I prezzi per un'applicazione ortocheratologica variano da mercato a mercato e possono essere "all-inclusive" o basate sulla durata dei trattamenti. Negli Stati Uniti un prezzo "all-inclusive" varia tra i \$750 e i \$2500 in base alla durata prevista del trattamento ed al numero di lenti necessarie. Il prezzo medio varia tra \$1100 e \$1400 per le lenti di trattamento e un follow-up di tre mesi. Alcuni applicatori includono nel loro prezzo anche la fornitura delle "lenti di mantenimento" ed un programma di follow-up della durata di un anno. A tutti i portatori di lenti orto-K, dovrebbe essere consigliato l'acquisto di un secondo paio di lenti per far fronte ad un'eventuale rottura o smarrimento. La sospensione dell'uso regolare di lenti orto-K provocherà una regressione del trattamento ed un ritorno allo stato miopico precedente al trattamento. Le lenti di riserva possono rappresentare un costo addizionale per l'ametropia ed alcuni applicatori lo includono nel programma annuo di mantenimento. Dato che il mantenimento della forma corneale dipende dalla stabilità della forma geometrica delle lenti orto-K in termini di micron, si consiglia assolutamente di sostituire le lenti orto-K annualmente.

CAPITOLO 5: Uso e manutenzione delle lenti orto-K

Lo scopo di un sistema di manutenzione delle lenti è quello di ostacolare la contaminazione microbica, di ridurre al minimo i depositi e di mantenere la performance della lente al fine di evitare complicazioni nell'uso quali irritazioni oculari o serie di infezioni ed assicurare comfort e una buona qualità della visione. Dunque, i portatori devono essere addestrati sul modo d'uso corretto e sulla manutenzione più appropriata e sulle più sicure regole igieniche da seguire ogni volta che le lenti sono manipolate.

Il sistema di manutenzione ideale deve presentare un equilibrio di efficacia microbica, tossicità rispetto all'occhio e compliance del portatore.

La compliance è un passaggio fondamentale affinché il paziente riesca a trarre un completo beneficio dall'uso delle lenti a contatto. Essa è stata definita come “la collaborazione prestata dal paziente nel seguire le istruzioni del medico” ed è fondamentale in quanto, se rispettata, fa in modo di prevenire ed evitare la comparsa di spiacevoli complicanze indotte da un uso scorretto delle lenti a contatto. I contattologi devono anche essere in grado di spiegare nel modo più efficacemente possibile le conseguenze dell'eventuale ‘non-compliance’.



5.1 Preparazione delle lenti per l'uso

Un'accurata pulizia è il primo e più importante aspetto per una corretta manutenzione: è fondamentale, quindi, che le mani siano pulite e libere da ogni sostanza estranea. I primi passaggi sono:

- Lavare, risciacquare ed asciugare accuratamente le mani prima di maneggiare le lenti a contatto. È sufficiente un lavaggio accurato delle mani con acqua e sapone. Le saponette possono essere più facilmente contaminate, per questo sono preferibili saponi liquidi antibatterici non profumati. Qualsiasi tipo di sapone deve essere sciacquato via accuratamente prima di manipolare le lenti per evitare eventuali contaminazioni. Le mani devono essere asciugate con un asciugamano pulito che non lascia residui.
- Evitare detergenti contenenti sostanze idratanti, lozioni o oli cosmetici poiché sono sostanze che possono aderire facilmente alla superfici delle lenti, rendendole sporche e opache e difficili da rimuovere. Evitare di graffiare o scheggiare le lenti.

- Iniziare sempre con la lente destra al fine di evitare una possibile inversione delle lenti.
- Rimuovere le lenti dall'astuccio ed esaminarle per assicurarsi che siano pulite, ben umettate e prive di scheggiature.

Igiene dei contenitori portalenti

È fondamentale, oltre a mantenere pulite le lenti e le mani, curare anche l'igiene dei contenitori portalenti. Esso deve essere sempre pulito: prima che la lente venga inserita al suo interno, il contenitore deve essere svuotato dalla soluzione precedentemente utilizzata, risciacquato con nuova soluzione disinfettante e lasciato asciugare all'aria ogni giorno. È importante che il portalenti sia asciutto poiché i microbi non possono riprodursi in ambiente asciutto. I portalenti dovrebbero, inoltre, essere sostituiti con regolarità almeno ogni tre mesi.

5.2 Come applicare le lenti

Dopo aver accuratamente lavato e risciacquato le mani, bisogna seguire questa procedura per l'applicazione delle lenti a contatto sugli occhi.

- Rimuovere le lenti a contatto dall'astuccio.
- Risciacquare le lenti con soluzione conservante fresca.
- Ispezionare le lenti per valutarne la loro perfetta pulizia e l'assenza di depositi.
- Versare alcune gocce di soluzione conservante fresca sulla superficie della lente.
- Posizionare la lente sulla punta dell'indice della mano dominante.
- Abbassare la palpebra inferiore e alzare con l'altra mano quella superiore.
- Posizionare delicatamente la lente al centro dell'occhio.
- Non è necessario esercitare alcuna pressione della lente sull'occhio.
- Rilasciare delicatamente le palpebre e ammiccare. La lente dovrebbe posizionarsi automaticamente al centro.
- Usare la stessa procedura per applicare l'altra.
- Il portatore dovrebbe essere istruito ad instillare in ciascun occhio due o tre gocce della soluzione umettante consigliata prima di coricarsi.



5.3 Rimozione delle lenti

Prima di tentare di rimuovere le lenti, è necessario che il portatore verifichi che la lente si stia muovendo: potrebbe verificarsi che le lenti aderiscano alla cornea poiché esse vengono portate di notte. Se non c'è movimento, al mattino bisogna instillare due o tre gocce della soluzione umettante nell'occhio ed aspettare fino a quando la lente comincia a muoversi liberamente con l'ammiccamento; dopodiché, si può tentare di rimuoverla. Le lenti a contatto tradizionali rigide gas permeabili possono essere rimosse manualmente con il metodo "a forbice" o "dell'ammiccamento". Per rimuovere, invece, le lenti orto-K di grande diametro, può essere utilizzata una morbida ventosa in gomma siliconata. Se, dopo l'instillazione delle gocce umettanti, le lenti risultano essere ancora adese alla cornea, dovranno essere rimosse manualmente: mentre si guarda in alto, un dito viene posto sulla palpebra inferiore, dove si sente il bordo della lente, applicando una leggera ma ferma pressione. Lo stesso procedimento deve essere ripetuto mentre si guarda in basso e applicando la pressione del dito sul bordo della lente sotto la palpebra superiore. Infine, il portatore dovrà guardare dritto e ammiccare diverse volte. Una volta che la lente comincia a muoversi, può essere rimossa usando una delle procedure citate.

5.4 Pulizia e conservazione delle lenti

La pulizia e la rimozione dei depositi superficiali e di altri residui viene solitamente realizzata tenendo la lente sul palmo della mano e strofinandola delicatamente per circa 20 secondi su ciascun lato, utilizzando la soluzione detergente. Oltre a rimuovere i residui dalla lente, l'azione di pulizia elimina anche la flora batterica dalla superficie e costituisce, quindi, un elemento fondamentale del processo di disinfezione. Durante lo sfregamento, è importante non premere eccessivamente sulla lente o schiacciarla poiché potrebbero provocare distorsioni o rotture. Dopo la fase dello sfregamento seguirà un accurato risciacquo con la soluzione consigliata. Il risciacquo delle lenti è una fase essenziale nella procedura di pulizia e disinfezione poiché consente di rimuovere dalla lente il 99% dei microrganismi. Dopo aver pulito attentamente la lente, essa deve essere riposta nel portalenti e ricoperta completamente con la soluzione conservante. Le lenti dovrebbero essere lasciate immerse per tutto il giorno o per almeno quattro ore. Se si utilizza una soluzione unica come la Boston Simplicity, la soluzione potrà essere utilizzata anche in tutte le altre fasi. Un trattamento enzimatico come il Boston One Step, può essere utilizzato settimanalmente al fine di rimuovere i depositi più tenaci dalle superfici delle lenti. Tutti i portatori dovrebbero essere invitati a seguire le istruzioni d'uso riportate in ogni confezione di soluzione consigliata. Per mantenere il corretto effetto ortocheratologico è necessario che il portatore applichi la lente prescritta sull'occhio giusto: spesso i produttori delle lenti orto-K le realizzano in colori differenti per evitare errori; tutti i materiali Boston utilizzati per produrre lenti

ortocheratologiche sono disponibili in due colori, solitamente, il rosso per la lente destra e il giallo per quella sinistra.

Proprietà delle soluzioni

Tutti i prodotti per la manutenzione della lenti che vengono a contatto con gli occhi devono essere chimicamente e fisicamente bilanciati per assicurare la salute oculare e il comfort del portatore. Le caratteristiche generali che devono essere maggiormente considerate sono:

- **Tonicità:** le soluzioni per le lenti a contatto devono avere una tonicità simile a quella del film lacrimale per assicurare un buon comfort al portatore nel caso in cui la lente applicata presentasse dei residui di soluzione. All'aumentare della tonicità della soluzione, aumenta l'iperemia congiuntivale e fastidio e, dunque, diminuisce il comfort.
- **pH:** Per garantire il comfort il pH dovrebbe avere un valore compreso nel range da 6,6 a 7,8, il più vicino possibile al valore del pH delle lacrime umane. Un pH non ottimale può causare visione annebbiata, sensazione di bruciore per almeno 5 minuti dopo l'applicazione, la lente può ricoprirsi velocemente di depositi e si ha la formazione di muco filamentoso.
- **Agenti disinfettanti:** dopo essere state aperte, le soluzioni per le lenti a contatto possono essere soggette a contaminazione microbica, pertanto, tutte le soluzioni che non sono monouso devono contenere dei conservanti, i quali evitano la contaminazione ed impediscono la crescita di qualsiasi organismo che può accidentalmente entrare nel contenitore prima del successivo uso della soluzione.

Soluzione salina

La soluzione salina o soluzione fisiologica è una soluzione di acqua distillata e cloruro di sodio. Nei flaconi grandi si aggiungono sali tampone per stabilizzare il pH e modeste quantità di preservanti per assicurare una batteriostasi, ossia l'arresto dello sviluppo di un ceppo batterico. Si utilizza per il risciacquo di tutti i tipi di lenti per togliere ogni traccia delle soluzioni usate per la detersione e la disinfezione. Non può essere utilizzata per la conservazione e disinfezione delle lenti perché non contiene principi attivi con queste funzioni.

Soluzione conservante

La soluzione conservante serve a mantenere le lenti a contatto idratate quando non sono indossate e vengono riposte nell'apposito contenitore. Essa va rinnovata ogni volta che si utilizzano le lenti. Durante un periodo prolungato di non utilizzo delle lenti si

consiglia comunque di sostituire la soluzione nel contenitore almeno ogni due settimane.

Soluzione al perossido

I perossidi sono soluzioni disinfettanti utilizzate soprattutto da soggetti particolarmente sensibili ai disinfettanti chimici. Il perossido di idrogeno serve a disinfettare le lenti a contatto e viene scisso in acqua e ossigeno attraverso un catalizzatore o una compressa che lo trasforma in una soluzione salina non conservata. È importante non sciacquare mai le lenti a contatto con la soluzione di perossido di idrogeno e non applicarle direttamente sugli occhi senza completare l'intera fase di disinfezione e neutralizzazione, in quanto potrebbe causare lesioni chimiche dolorose agli occhi.

Soluzione unica

Le soluzioni uniche, con un'unica operazione, rimuovono i depositi, puliscono, risciacquano, disinfettano, conservano ed idratano le lenti a contatto, svolgendo, nei tempi indicati, un'efficace azione microbica.



Sostituti lacrimali

I sostituti lacrimali modificano il secreto lacrimale con diversi meccanismi:

- Diluizione
- Aumento della stabilità
- Aumento del volume
- Correzione della composizione chimica
- Supplemento componenti nutritive

Essi servono a ripristinare una sufficiente componente acquosa per diluire correttamente i componenti solubili delle lacrime. Generalmente tutte le lacrime artificiali agiscono anche ripristinando il normale volume delle lacrime.

Poiché le soluzioni acquose defluiscono troppo rapidamente si ricorre a soluzioni contenenti polimeri che intrappolano acqua e la cedono lentamente.

Esistono diversi tipi di soluzioni:

- Le soluzioni ipotoniche correggono l'ipertonicità delle lacrime.
- Le soluzioni a base di mucolitici fluidificano il muco.
- Le emulsioni a contenuto lipidico, invece, integrano lo stato lipidico riducendo l'evaporazione.

Conclusioni

L'ortocheratologia è un trattamento che, attraverso l'uso di lenti a contatto a geometria inversa, modifica il profilo della cornea: appiattendolo la zona centrale e aumentando la curvatura periferica si può correggere la miopia, mentre, si aumenta la curvatura centrale e si diminuisce la curvatura periferica in caso di ipermetropia. A differenza della chirurgia refrattiva, l'orto-K è un trattamento reversibile, infatti, dopo pochi giorni dalla rimozione delle lenti a contatto, il profilo corneale, la refrazione e l'epitelio corneale tornano ai valori iniziali. Questo trattamento non presenta molte complicanze soprattutto grazie ai materiali utilizzati, che sono altamente permeabili all'ossigeno: la disponibilità di materiali Gas Permeabili di ultima generazione, ad alta permeabilità all'ossigeno, e di efficaci sistemi di manutenzione assicura un'eccellente ossigenazione del tessuto corneale. Alcuni studi hanno dimostrato che indossare delle lenti Gas Permeabili di notte è più sicuro dell'uso continuato delle lenti a contatto morbide convenzionali. Inoltre, le lenti a contatto per orto-K raramente tendono a decentrarsi. L'uso notturno di queste lenti è molto confortevole, infatti, la maggior parte dei portatori non ne percepisce la presenza già pochi minuti dopo averle applicate e, poiché le lenti sono indossate durante il sonno, il normale periodo di adattamento risulta molto breve. Fondamentale per questo trattamento è la compliance del portatore, ossia "la collaborazione prestata dal paziente nel seguire le istruzioni del medico"; una non-compliance del paziente può causare gravi danni a carico dell'epitelio e della cornea. Grazie all'ortocheratologia i pazienti possono ottenere significativi cambiamenti nel loro stile di vita: possono abbandonare l'uso di occhiali o lenti a contatto tradizionali ed essere liberi durante le attività ricreative, sportive e lavorative, mantenendo sempre una buona acuità visiva.

Bibliografia e sitografia

- Manuale di optometria e contattologia, Rossetti Gheller
- Contattologia: Una guida clinica, Lupelli Fletcher Rossi
- Dispense corso Contattologia: Stanislao Reppucci; Università Federico II
- Dispense corso Contattologia: Michele Schiemer; Università Federico II
- Guida ragionata all'ortocheratologia notturna; Polymer Technology Corporation
- Occhio, Refrazione e Presbiopia, Lucio Buratto, Silvano Abati, Maurizio Cusani, Mario Giò, Marco Moncalvi
- Ottica Anatomo-Fisio-Patologica, Sergio Villani
- http://www.aldenoptical.com/docs/zenlens/Zenlens_Package_Insert_2016_09_13.pdf
- <http://www.carlobenedetti.it/locchio/cornea/>
- <https://www.ortocheratologia.info/>
- <http://www.esavision.it/it/ortocheratologia/>
- <http://www.inftub.com/medicina/ANATOMIA-E-FISIOLOGIA-E-FISIOP64711.php>
- http://www.alessandrasalimbene.it/wp-content/uploads/2017/07/Manuale_Lenti_Context.pdf
- <http://www.vargellini.it/zaccagnini/download/testo%20di%20studio:%20elementi%20essenziali%20contattologia%20%20J&J/elementi%20lac%20J&JCap.11%20manutenzione%20.pdf>
- http://www.studiocarelli.com/soluzioni_1.shtm