

## Cherectomia fotorefrattiva (PRK)

### Introduzione

Sono passati circa 15 anni da quando Trokel nell'ormai storico lavoro comparso su Ophthalmology Journal descriveva nei dettagli la tecnica mediante la quale era possibile eseguire delle incisioni corneali a scopo refrattivo.

La tecnologia laser offriva la possibilità di una lavorazione corneale con precisione millimetrica, ma si capì presto che la strada delle incisioni lineari sulla superficie corneale non era quella che meglio si prestava alla lavorazione refrattiva corneale.

Il fascio laser non andava usato come un bisturi per eseguire incisioni a mo' di cheratotomia radiale, ma andava bensì utilizzato per asportare interi piani di tessuto corneale per modificare il raggio di curvatura della parte anteriore della cornea. Tentativi in tal senso erano già stati fatti in passato mediante una rimozione meccanica che si complicava nella maggior parte dei casi dall'isorgenza di leucomi corneali e questo essenzialmente per la mancanza di superfici perfettamente levigate e per il traumatismo meccanico apportato ai tessuti limitrofi a quelli del trattamento.

La tecnologia laser sotto questo aspetto offriva vantaggi enormi vuoi per la precisione del trattamento che si traduceva di fatto in superfici perfettamente lavorate e levigate vuoi per la atraumaticità ai tessuti vicini.

La lavorazione corneale a scopo refrattivo mediante l'utilizzo della tecnologia dei laser ad eccimeri va sotto il nome di **cherectomia fotorefrattiva o PRK (photoRefractive Keratectomy)** ed è possibile correggere: **miopia, astigmatismi e ipermetropia.**

Prima ancora di descrivere nei dettagli la tecnica chirurgica proviamo a capire come un fascio laser di 193 nanometri riesce ad indurre una variazione del potere refrattivo della cornea.

La variazione del potere refrattivo corneale con metodica PRK dipende essenzialmente da due fattori: il diametro della zona ottica e la profondità di fotoablazione e questo ben si evidenzia dall'analisi della **legge formulata da Munnerlyn e colleghi**

$$t = \frac{(z.o) \times D}{3}$$

(z.o) = diametro della zona ottica

D = correzione in diottrie che si desidera ottenere

t = profondità dell'ablazione

Con questa formula è possibile determinare la profondità di ablazione del caso clinico che intendiamo sottoporre a trattamento, cosa che per altro è possibile anche con altre formule come per esempio quella della "saetta" che presuppone la conoscenza di altri parametri:

-raggio corneale in mm o in dt

-utilizzando il vero indice di rifrazione corneale (1,376) si riporta il valore del raggio corneale al suo valore reale

-si sottrae a questo valore il numero di diottrie da correggere

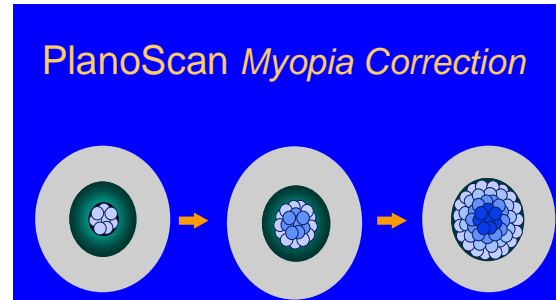
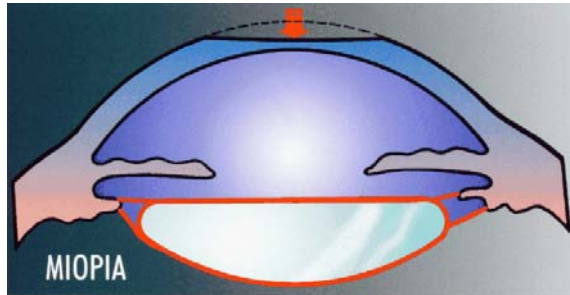
-si ricavano dalla formula i valori delle due saette e si sottraggono, la minore dalla maggiore. Il risultato in mm rappresenta l'entità di tessuto da asportare al centro corneale.

S= R- radice quadrata R<sup>2</sup>-Y<sup>2</sup>

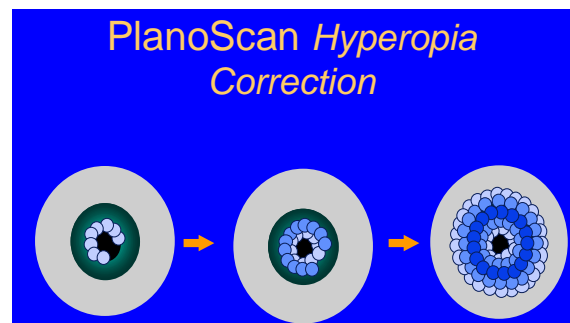
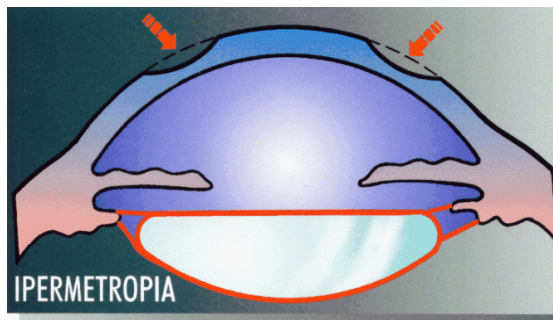
**con la tecnica di superficie o PRK non si ha nessuna variazione del potere refrattivo della superficie posteriore della cornea, le variazioni sono a carico unicamente della parte anteriore.**

Nella parte anteriore l'ablazione che si ottiene così come indicato già da Munnerlyn è assimilabile

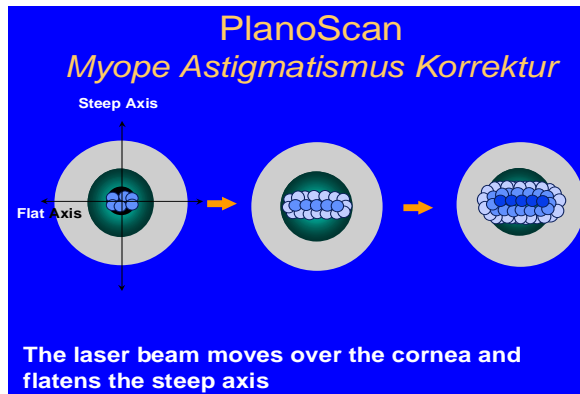
per le miopie ad una lente positiva piano-convessa che viene asportata dalla parte anteriore della cornea con modificazione del suo raggio di curvatura (Foto 673) e la massima ablazione è nel centro della cornea.



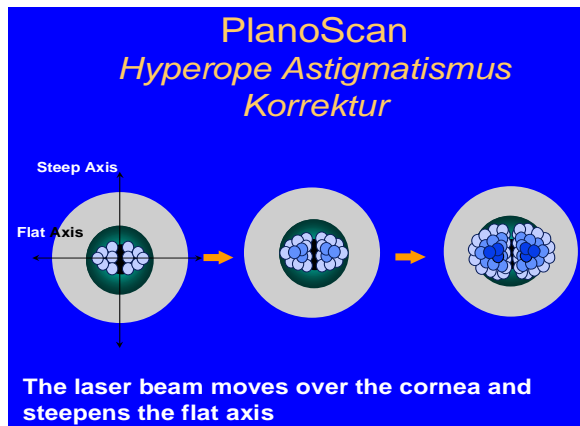
Nell'ipermetropia il tessuto corneale viene rimosso in periferia circa anon meno di 3mm ( nel caso si imposti una zona ottica da 6 mm) dal centro corneale con un andamento circolare tutto attorno, la porzione di tessuto asportato è assimilabile ad una lente piano-concava, come conseguenza si ha una variazione del raggio nel senso di una sua diminuzione e quindi maggior refrattività corneale.



Nell'astigmatismo le cose sono un pò piu complesse ed è bene procedere con degli esempi:  
 Nel caso si voglia correggere un astigmatismo miopico di -2asse180  
 il laser esegue una lavorazione refrattiva lungo l'asse del cilindro in modo da determinare un appiattimento del meridiano più curvo cioè quello a 90 gradi. il contrario succede per un astigmatismo di -2 contro regola.Fig.



Nel caso di astigmatismo ipermetropico due piccole escavazioni reniformi vengono eseguite nella zona distale del centro corneale ai margini del meridiano astigmatico più piatto.  
 nel caso si voglia correggere un +2 asse 90 la lavorazione refrattiva avviene a 2.5mm(nel caso di zona ottica da 5 mm) dal centro corneale lungo il meridiano 180.Fig.



### Armamento del laser

Prima ancora di iniziare una seduta di chirurgia refrattiva va verificata la perfetta efficienza del laser e l'idoneità delle condizioni ambientali di temperatura e umidità della sala laser.

La sala laser va tenuta in condizioni di sterilità per l'intera notte pre operatoria, al mattino il laser va acceso, va eseguito un cambio gas, qualora si rendesse necessario, e vanno eseguiti i test per verificarne il perfetto funzionamento (test di fluenza e beam allyneament).

Una volta verificata la perfetta efficienza della macchina si provvede ad impostare i dati del trattamento da eseguire. Il chirurgo dovrà fornire i dati necessari al trattamento ed il tecnico provvederà ad inserirli al laser; è buona regola che il chirurgo partecipi attivamente alla fase di

ipostazione dei dati al laser e che ne verifichi l'esattezza ( non è il tecnico che risponde del trattamento , ma il medico).

Dati del paziente che il medico deve fornire al tecnico:

- **cognome**
- **nome**
- **data di nascita**
- **occhio da trattare**
- **refrazione**
- **zona ottica**

Una volta impostati questi dati il softer del laser rileverà alcuni importanti parametri del trattamento e vale a dire la profondità di ablazione e le zone di transizione del trattamento.

Il laser a questo punto è armato e pronto per eseguire il trattamento impostato.

### **Preparazione del carrello operatorio**

Per questa tecnica chirurgica lo strumentario è limitato a pochissime cose:

- *marcatore*
- *spatola per disepitelizzazione*
- *triangolini di merocel*
- *BSS freddo*
- *Lente a contatto*
- *pinza per posizionamento della lente a contatto*

### **Preliminari all'intervento**

Il paziente al momento del suo arrivo presso il centro di chirurgia refrattiva viene accolto da una infermiera che lo fa accomodare in uno studio attiguo alla sala laser.

Il paziente viene invitato a firmare il consenso informato alla presenza del medico operatore.

E' nostra consuetudine consegnare una copia del consenso informato al paziente nel corso della visita preoperatoria così che questi possa prenderne conoscenza del contenuto con assoluta tranquillità.

Al paziente sarà bene spiegare ancora una volta le fasi più salienti dell'intervento cercando il più possibile di fargli capire quanto importante sia la sua collaborazione nel fissare la mira di fissazione.

Il paziente viene invitato ad indossare una cuffia per capelli, un camice e dei copriscarpe sterili.

Si provvede inoltre a bendare l'occhio controlaterale al trattamento al fine di evitare una fissazione crociata della mira di fissazione e si somministra dell'anestetico topico nell'occhio da operare per due tre volte ad intervallo di cinque minuti, si esegue una detersione della regione orbitaria ed un lavaggio del cul de sacco del fornice congiuntivale.

### **Tecnica chirurgica**

Il paziente viene fatto accomodare nella sala laser per il trattamento.

Il paziente va fatto distendere sul lettino del laser avendo cura nel posizionarne correttamente il capo. Per il controllo del corretto posizionamento e' abbastanza osservare che la linea ideale che parte dal vertice del mento e passante attraverso il naso sia parallela al piano operatorio). Nel caso sia prevista una correzione astigmatica verificare il corretto allineamento dei due occhi servendosi dell'apposita linea di fede del laser.

Eseguire una test di addestramento del paziente in modo che questi familiarizzi con il suono emesso dal laser in fase di trattamento, in questo modo il paziente inoltre potrà verificare direttamente che la procedura laser è indolore, importante è far si che il paziente familiarizzi il più

possibile nel fissare la mira di fissazione.

Anche se da taluni viene ritenuta superflua, la creazione di un campo operatorio sterile ci sembra un atteggiamento più che corretto.

Prima di iniziare il trattamento vero e proprio il chirurgo deve procedere ad alcune verifiche:

- regolazione del microscopio operatorio
  - istanza interpupillare
  - in caso di vizio refrattivo del chirurgo regolare si provveda alla regolazione degli oculari.
- centraggio del campo operatorio mediante joy-styk x-y

Le fasi essenziali dell'intervento sono rappresentate da:

- **apposizione del blefarostato**

Noi siamo soliti usare i blefarostati di Barraquer, ma per i pazienti con uno spasmo palpebrale più energico e' bene servirsi di blefarostati più robusti tipo quello di Castroviejo.

Importante e' verificare che con il blefarostato inserito la cornea si trovi in posizione centrale tra la palpebra superiore e quella inferiore e ciò al fine di diminuire il rischio che durante il trattamento, la secrezione lacrimale possa raggiungere la superficie corneale ed anche per avere un campo operatorio ben esposto; si tenga inoltre presente che esiste un margine di 1.5 mm. entro il quale per movimenti dell'occhio il laser continua a funzionare e quindi è bene avere dei margini operatori liberi.

- **messa a fuoco del laser sul piano corneale**

Questa operazione con il laser chiron è di estrema semplicità, in primo luogo con il joy-stick deputato ai movimenti (X- Y) del lettino facciamo sì da portare la luce rossa di fissazione (emessa da un sorgente laser a diodi) al centro della pupilla, a questo punto utilizzando il joy-stick per la messa a fuoco azioniamo il lettino nel suo movimento di verticalità (Z) fino a quando vedremo comparire nel campo operatorio la luce verde (emessa da una sorgente laser He-Ne verde) che man mano che ci avviciniamo al fuoco corneale si avvicinerà alla luce rossa di fissazione, il punto ideale di messa a fuoco sarà raggiunto quando la luce verde si sovrappone a quella rossa, a questo punto la mira di fissazione cambierà in tonalità diventando di color rosso fuoco. Durante questa fase teniamo spenta la luce rossa coassiale al raggio del laser.

- **marcatatura**

per la marcatatura utilizziamo un marcatore con spatola da noi disegnato e con diametro di otto mm.. Aumentiamo l'intensità della luce del microscopio così da indurre una miosi fisiologica e marchiamo la cornea tenendo come riferimento il centro dell'immagine virtuale della pupilla sulla cornea.

- **disepitelizzazione**

Va subito detto che l'epitelio può essere rimosso anche con lo stesso laser, in questo caso si può procedere o mediante applicazione software o inserendo i micron che si vogliono sottoporre a trattamento ablativi di volta in volta (si raccomanda di non impostare valori superiori al 90% dello spessore dell'epitelio corneale (41micron) riservandosi di eliminare il rimanente 10% meccanicamente) e' sconsigliata la rimozione per intero dello strato epiteliale mediante laser poiché non sempre lo spessore dello strato epiteliale è lo stesso.

Per eseguire una disepitelizzazione meccanicamente siamo soliti utilizzare una spatola appositamente disegnata; la disepitelizzazione avviene prima in periferia quasi a costituire una ressa dell'epitelio e lasciamo per ultima la rimozione della parte epiteliale centrale.

L'intera operazione va fatta nel più breve tempo possibile avendo cura però di non lasciare residui di epitelio e di creare un margine lineare; quindi è bene rifinire in modo ottimale i bordi dell'epitelio, stando attenti a non lasciare ripiegamenti di epitelio che possono ostacolare la partenza centripeta del neoeptelio.

Durante la fase di disepitelizzazione si abbia cura di non ledere la m. di Bowman.

Si procede quindi ad uno scrupoloso controllo della levigatezza della superficie corneale con asportazione, mediante una spugnetta di merocell inumidita con BSS, dai residui di cellule epiteliali. Prima di procedere con il trattamento laser si deve aver cura di asciugare bene la

superficie corneale, poiché anche un minimo velo di acqua sulla cornea può compromettere l'esito del trattamento in quanto parte degli spot laser vengono assorbiti dall'acqua e l'ablazione quindi risulta insufficiente.

- **centratura del trattamento e cattura dell'eye-tracker attivo**

Prima di eseguire la manovra di cattura dell'eye-tracker va verificata la perfetta posizione della testa del paziente, la testa del paziente va tenuta dal chirurgo in modo delicato ma deciso, si esegue una corretta e precisa manovra di centratura sulla cornea del trattamento e quando siamo sicuri che la mira rossa di fissazione che coincide con la luce di allineamento del laser si trova nel centro della pupilla che è virtualmente proiettata vedremo comparire il riflesso rosso di Hershing, questo segno sarà un ulteriore segnale di centratura ottimale del trattamento sulla cornea, a questo punto schiacciamo il pedale del comando laser e agganciamo l'Eye-tracker.

- **inizio del trattamento**

una volta catturato l'eye-tracker si procede con il trattamento

*Consigli:*

- rassicurare continuamente il paziente,
- tra una fase e l'altra del trattamento con la spatola passiamo delicatamente sulla cornea per pulire omogeneamente il piano corneale da eventuali residui e da secrezione lacrimale.
- bisogna fare in modo che il trattamento o meglio che il tempo per il quale la cornea rimane esposta sia il più breve possibile e questo per evitare che la cornea si disidrati.

- **a fine trattamento**

alla fine del trattamento siamo soliti bagnare l'occhio con BSS ben freddo, e questo per limitare l'effetto termico sulla cornea conseguente agli spot del laser.

*instilliamo :*

*antinfiammatorio non steroideo*

*antibiotico*

*lacrime artificiali*

Nella pratica preferiamo l'utilizzo di colliri monodose.

- **applicazione di una lente a contatto**

L'applicazione di una lente a contatto monouso, nella nostra esperienza si è dimostrata molto efficace nel mitigare il dolore post-operatorio.

L'intervento è così concluso e si può provvedere alla rimozione del blefarostato.

## **Gestione del paziente nel post-operatorio**

Il paziente viene dimesso con una terapia domiciliare costituita da :

*antinfiammatorio non steroideo*

*antibiotico*

*lacrime artificiali*

L'instillazione dei colliri deve avvenire con una frequenza di ogni tre-quattro ore.

Nel caso in cui la lente a contatto venga persa al paziente viene raccomandato di bendare l'occhio e di continuare a medicarlo con i colliri prescritti. Nelle prime 12 ore post-operatorie al paziente vengono prescritte cpr. di antiinfiammatori non steroidei da assumere in caso di insorgenza di dolore. È bene raccomandare al paziente di evitare nei primi giorni post-operatori di frequentare ambienti fumosi o polverosi così come è buona regola non esporsi in modo prolungato alla luce solare.

Il primo controllo avviene al mattino successivo all'intervento, si abbia cura di verificare che la lente a contatto sia bene in sede.

Talvolta al controllo in prima giornata post-operatoria è possibile che sulla superficie stromale si depositi una sostanza filamentosa e mucosa, in questo caso è bene instillare dell'aceticilcisteina.

In terza giornata il paziente va ricontrollato ed in genere la riepitelizzazione è già completata; la somministrazione di polivitaminici (evitex) nel pre-operatorio e l'applicazione della lente a contatto terapeutica che favorisce una diffusione centripeta delle cellule epiteliali ed in qualche modo limita l'ipertrofia del tessuto epiteliale, è stato dimostrato che in qualche modo serve ad accelerare il processo di riepitelizzazione. A riepitelizzazione avvenuta si può provvedere alla rimozione della lente terapeutica e si inizia una terapia a base di cortisone (fluorometolone) che va dosato e prolungato in base a varie considerazioni alcune delle quali possono essere:

- shift ipermetropico
- insorgenza di heze

In ogni caso l'utilizzo di cortisone si rende necessario per inibire la reazione cheratocitica stromale.

L'utilizzo di cortisone nel post operatorio, va sempre subordinato ad uno scrupoloso monitoraggio della pressione intraoculare soprattutto in quei casi in cui una modulazione della risposta infiammatoria e fibroblastica, al fine di limitare l'insorgenza di complicanze quali l'heze necessita di un protetto trattamento a base di cortisone.

L'utilizzo di lacrime artificiali in alcuni casi va protratto per mesi.

Il paziente va ricontrollato a distanza di una settimana, un mese, 3 -6 e 12 mesi.

Al controllo dopo una settimana si può già eseguire senza problemi una topografia corneale al fine di evidenziare un trattamento correttamente centrato; indicazioni più attendibili circa la bontà del trattamento si potranno ottenere solo con una topografia ad un mese di distanza dal trattamento.

## Complicanze

Tra le complicanze più immediate possono comparire se pur raramente processi infiammatori e questo anche in considerazione del fatto che da tutti ormai viene utilizzata una copertura antibiotica nell'immediato post-operatorio.

Alterazioni più frequenti a vedersi sono costituite da un ritardo del processo di riepitelizzazione o da alterazioni dello stesso.

Talvolta la fase di riepitelizzazione può essere caratterizzata dalla formazione di microcisti o da zone in cui l'epitelio neofornato appare scarsamente adeso allo stroma sottostante.

In questi casi si può procedere ad una rimozione meccanica del neoepitelio per permetterne una ricrescita più omogenea e con una maggiore adesività stromale.

Nei primi giorni del post operatorio è già possibile un'analisi del trattamento fotoablativo vuoi attraverso un esame del visus che attraverso l'esame strumentale della videocheratografia.

In questa fase si può evidenziare una delle complicanze più temute di questo tipo di chirurgia e vale a dire il **decentramento** del trattamento, sempre in questa fase del post-operatorio si possono evidenziare fenomeni di guarigione asimmetriche.

In entrambi i casi il paziente riferisce una visione con aloni e immagini fantasma ed in alcuni casi diplopia.

La tendenza oggi ad utilizzare zone ottiche ampie ha fatto sì che i decentramenti per dar luogo ad una sintomatologia soggettiva devono essere superiori ai 2 mm.

(Dal punto di vista funzionale decentramenti inferiori a 0.50mm non rappresentano un grosso problema, le cose si fanno più complicate per decentramenti superiori al 1 mm.)

La moderna tecnologia ha dotato i nuovi laser di meccanismo così sofisticati (Eye-traker) grazie ai quali sempre meno il medico si trova a dover porre rimedio a questo errore di tecnica.

Altra complicanza che si evidenzia sin dalle prime settimane è quella della formazione di **isole centrali** ed anche questa è una di quelle evenienze che grazie ai nuovi programmi di ablazione Planoscan è praticamente scomparsa.

Nei tempi più tardivi del decorso post operatorio possono comparire altre complicanze : **ipocorrezione, ipercorrezione, heze**

**L'haze** è una opacità della cornea che oltre a causare una riduzione dell'acuità visiva da luogo ad

una serie di disturbi quali :aloni intorno alle immagini,abbagliamenti e disturbi visivi in genere.La spiegazione di questo fenomeno che fino a pochi anni fa costituiva il terrore della chirurgia refrattiva con laser ad eccimeri è da ricercarsi in quei fenomeni di diffusione e dispersione luminosa da parte di fibre collagene neosintetizzate, e quindi di diametro più ampio e con sequenza spaziale irregolare, altra teoria sorta a spiegazione di questo fenomeno è quella che lo vuole connesso alle modificazioni biochimiche nella matrice interfibrillare dopo cheratectomia fotorefrattiva, in ogni caso si ha una vera e propria fibroplasia subepiteliale dovuta ad una ripopolazione cheratocitaria con apposizione di sostanza fondamentale neosecreta e all'ispessimento della membrana basale epiteliale, che interessa lo stroma e può insorgere già dopo un mese dall'intervento.

La sua insorgenza è maggiormente legata a quei trattamenti che richiedono una consistente rimozione di tessuto stromale.

Una classificazione più o meno arbitraria dell'heze lo differenzia in 4 gradi:

0 -cornea perfettamente trasparente e specchiante

1 -tracce di nebulosità (opacità che vengono riconosciute solo con illuminazione indiretta, ampia e tangenziale)

2 -haze lieve( opacità visibile con difficoltà e con una illuminazione focale indiretta)

3 haze pronunciato che consente la visualizzazione dei dettagli iridei

4 heze marcato che impedisce la percezione dei dettagli iridei.

La terapia con cortisone per periodi protratti serve a ridurre il fenomeno grazie ad una inibizione della collagenolisi,la fase anaplastica e quindi la proliferazione dei fibroblasti cui segue la deposizione di materiale extracellulare. La terapia cortisonica inoltre esercita un effetto positivo sull'iperplasia epiteliale e sul rigonfiamento edematoso stromale.

Il fenomeno delle **ipercorezioni** è in genere limitato al primo periodo post-operatorio ed è solitamente legato ad una iperplasia epiteliale che tende a normalizzarsi.

L'insorgenza di heze è stata limitata grazie all'avvento del programma di ablazione planoscan.

Ben più frequente è il fenomeno delle **ipocorezioni**.

Le ipocorezioni sono per lo più legate ad una cattiva calibrazione del laser o a variabili di idratazione della cornea in fase di trattamento o a variazioni soggettive dello spessore della bowmann.In molti casi le ipocorezioni sono da collegare ad una errata valutazione dei parametri refrattivi nel pre operatorio.

**La regressione** è un fenomeno che per lo più intercorre a distanza di qualche mese dal trattamento che subentra improvvisamente per lo più legata a modificazioni metaboliche corneali che portano alla produzione locale di ac.ialuronico che modifica lo stato corneale.

Nei casi di miope alte oltre le sei diottrie i fenomeni di regressione sono più frequenti.

Altra complicanza che può subentrare nel post-operatorio è l'ipertono iatrogeno legata all'utilizzo prolungato di cortisone.