

Anatomia del nostro occhio e i vizi di refrazione

L'occhio, meraviglia delle meraviglie: così amo definire questo complesso e meraviglioso organo del nostro corpo. L'occhio non rappresenta solo la nostra finestra sul mondo o lo specchio del nostro animo, ma qualcosa di molto più complesso, basti pensare che da qui vengono inviati al cervello circa un miliardo di dati in un secondo, importantissimi per la vita di relazione.

Pensate che i nostri occhi possono percepire qualcosa come dieci milioni di gradazioni di luce e circa sette milioni di sfumature di colori diversi. Ancor più fantastico è il complesso fenomeno della vista che prende inizio, da quando la luce entra nei nostri occhi attraverso la cornea fino ad arrivare ad una struttura superiore, sotto forma d'impulsi elettrici: la corteccia visiva del cervello.

Molto spesso il fenomeno della visione, nei nostri occhi, è in qualche modo alterato da quelli che vengono definiti *vizi refrattivi* e cioè: *miopia, ipermetropia e astigmatismo*.

Oggi questi difetti visivi (o meglio, refrattivi) possono essere corretti senza ricorrere necessariamente all'utilizzo di occhiali o di lenti a contatto così come nel passato. Negli ultimi anni sempre più numerose sono le persone che, per motivi che vanno dal funzionale all'estetico, hanno deciso di risolvere il loro problema refrattivo sottoponendosi ad un semplice trattamento chirurgico. Il bisturi, ancora meglio, il laser ad eccimeri consentono di abbandonare e in modo definitivo i tradizionali metodi di correzione come occhiali o lenti a contatto. Scopo di questo opuscolo è di fornire al paziente informazioni che lo aiutano a comprendere **come è fatto il nostro occhio, come funziona, in cosa consistono i vizi di refrazione e quali sono le possibili soluzioni al problema.**

Prof. Giuseppe Perone

L'occhio, in quanto organo della visione, viene comunemente paragonato ad una macchina fotografica. Vediamo quali sono le similitudini che inducono a questo paragone.

Una macchina fotografica è essenzialmente costituita da (foto 1) :

obiettivo : costituito da varie lenti, la cui regolazione, manuale, permette la messa a fuoco, vale a dire la focalizzazione delle immagini sul piano della pellicola fotografica. Le macchine fotografiche sono comunemente corredate da obiettivi con focale di 50 diottrie. Molti di questi obiettivi sono dotati di un meccanismo di autofocus , particolare dispositivo automatizzato che permette la messa a fuoco delle immagini, automaticamente, sulla retina.

diaframma : è costituito da un foro a diametro variabile, situato nell'obiettivo, che serve a regolare la giusta quantità di luce che deve penetrare all'interno della camera oscura per impressionare correttamente la pellicola.

camera oscura o corpo : struttura metallica all'interno della quale convergono le immagini focalizzate dall'obiettivo.

pellicola : superficie sensibile alla luce su cui vengono impressionate le immagini.

Nel nostro occhio gli elementi di similitudine sono costituiti da (foto 2) :

- cornea e cristallino (obiettivo):
- iride e pupilla (diaframma)
- sclera e coroide (camera oscura)
- retina (pellicola)

Proviamo adesso ad analizzare un pò più nei dettagli il nostro occhio.

La **cornea** costituisce la parte anteriore dell'occhio; questa lamella trasparente assomiglia in qualche modo ad un vetrino di orologio. Questa struttura, completamente avascolare, permette il passaggio dei raggi luminosi dall'esterno all'interno dell'occhio. La cornea è costituita dalla sovrapposizione di cinque strati di tessuto: l'*epitelio* (più superficiale), la *membrana di Bowmann*, lo *stroma*, la *membrana di Descemet* e l'*endotelio* (strato più profondo).

Lo spessore di questa struttura è di circa mezzo millimetro (540 micron circa). La cornea costituisce la lente a maggior potere diottrico dell'occhio (ha un potere diottrico di circa 43 diottrie) ed è per questo motivo che a questo livello vengono eseguite la maggior parte delle tecniche di chirurgia refrattiva.

Il **cristallino** è una lente biconvessa, trasparente, incolore, elastica, poco più grande di una lenticchia (ha un diametro di circa 10 mm e uno spessore di circa 4 mm), con un potere diottrico (variabile entro certi limiti) di circa 20 diottrie e avvolto da una struttura che prende il nome di **capsula**.

Il suo scopo è quello di filtrare e convogliare la luce che entra nell'occhio, focalizzandola sulla retina.

Il cristallino possiede un meccanismo di autofocus che prende il nome di **accomodazione**.

Questa lente è ancorata, mediante delle fibre ad un muscolo, *muscolo ciliare*, la cui contrazione è in grado di farne variare lo spessore con conseguente variazione del suo potere diottrico. In parole più semplici si può dire che quando dobbiamo focalizzare un oggetto posto a breve distanza (30-40 cm) il muscolo ciliare si contrae causando un aumento nello spessore del cristallino (grazie alla sua elasticità) con un aumento del suo potere diottrico; in questo modo il nostro occhio può focalizzare sulla retina oggetti posti a varie distanze.

Il meccanismo dell'accomodazione è efficacissimo in età pediatrica (circa 14 diottrie), tende a ridursi intorno ai 40 anni per annullarsi del tutto a 60. Il verificarsi di questa nuova condizione del nostro occhio, vale a dire la perdita dell'accomodazione, prende il nome di **presbiopia**.

L'**iride** è una membrana a forma di disco con un foro centrale (**pupilla**) situata fra cornea e cristallino, quindi tra le due principali lenti dell'obiettivo dell'occhio.

La **pupilla**, vero diaframma del nostro occhio, regola la quantità di luce che dovrà giungere alla retina per una idonea focalizzazione dell'immagine. La pupilla si dilata (midriasi) in condizioni di bassa luminanza e si stringe alla luce (miosi).

Il diametro pupillare può dipendere da numerosi altri fattori, anche il nostro stato d'animo è in grado di indurre una miosi (stress, ansia) o una midriasi (gioia ecc.).

La parte più posteriore del nostro occhio è racchiusa da un guscio formato da tre tuniche:

- la **sclera**, più esternamente, costituita per lo più da fibre connettivali ed elastiche, di colore bianco, si continua anteriormente con la cornea. Sulla sclera si inseriscono i muscoli oculomotori.

- la **coroide** è una struttura riccamente vascolarizzata, si trova tra la sclera esternamente e la retina.

- la **retina** è la terza tunica del nostro occhio, costituita da cellule nervose (tunica nervosa), riveste quasi tutta la superficie interna del bulbo oculare, è formata da vari tipi di cellule disposte in strati sovrapposti. La parte più nobile della retina prende il nome di **macula**, in questa zona vi è la maggior concentrazione di cellule sensoriali permettendo proprio a questo livello la realizzazione della *visione distinta* degli oggetti.

Vale la pena ricordare che esistono due grandi popolazioni di cellule nervose retiniche (**fotorecettori**) deputate alla cattura delle immagini: i **coni** e i **bastoncelli**, i primi (circa 3 milioni) prevalentemente localizzati a livello della macula, funzionano soprattutto in condizioni di buona luminosità ambientale; i

bastoncelli, invece, prevalgono nella restante retina, in numero di circa 75 milioni, sono addetti alla visione periferica ed entrano per lo più in funzione in condizioni di scarsa illuminazione.

Altre componenti anatomiche del nostro occhio sono rappresentate da:

- **corpo vitreo**, è un liquido trasparente e gelatinoso che occupa la parte posteriore del globo oculare, precisamente lo spazio compreso tra la superficie posteriore del cristallino e la retina. Questo liquido gelatinoso, costituito per il 99% da acqua, serve a mantenere la retina a contatto con gli strati ad essa esterni (coroide).

- **nervo ottico** è costituito da un numero elevatissimo (500.000 - 1.000.000) di fibre provenienti dalle cellule retiniche; può essere paragonato ad un cavo elettrico costituito da migliaia di fili, che trasportano impulsi nervosi dalla retina al cervello.

Altro elemento anatomico, importante per la comprensione del meccanismo della visione, è rappresentato dalla **corteccia visiva**, questa è un'area specifica del cervello deputata alla elaborazione degli impulsi nervosi provenienti dalla retina.

Cerchiamo adesso di capire, seppur sommariamente come si realizza il meccanismo della visione.

La luce, dopo aver attraversato la cornea, la pupilla, il cristallino e il corpo vitreo, va a fuoco sulla retina, dove stimola alcune cellule chiamate "fotorecettori" che a loro volta trasmettono lo stimolo ad altre cellule i cui prolungamenti formano il nervo ottico. Lo stimolo luminoso si trasforma così in stimolo visivo da inviare al cervello. Lo stimolo visivo percorre le fibre del nervo ottico ad una velocità di circa 450 Km all'ora ed arriva alla corteccia visiva del cervello che li interpreta dando forma all'immagine.

Perché la visione avvenga in maniera corretta è necessario che tutte le strutture dell'occhio funzionino nel modo giusto.

L'occhio e la refrazione

L'occhio, così come abbiamo visto, è un sistema ottico in cui le lenti più importanti sono la cornea e il cristallino. Queste due strutture corrispondono a delle lenti con potere refrattivo fisso nel caso della cornea e con potere refrattivo variabile (entro certi limiti ed in base all'età) nel caso del cristallino, grazie ad un meccanismo di accomodazione.

Nell'occhio normale, le immagini provenienti da lontano, grazie all'azione convergente del diottero oculare, vanno a fuoco sulla retina, ciò dà luogo ad una visione distinta ed ottimale delle immagini: si parla in questo caso di occhio **EMMETROPE** (Foto 3).

Il modo in cui i raggi di luce vanno a fuoco sulla retina, permettendoci di vedere è detto **refrazione**; in presenza di un difetto di refrazione la messa a fuoco dell'occhio è imperfetta e ci troviamo di fronte ad un **vizio di refrazione**.

Un vizio di refrazione del nostro occhio si verifica in tutte quelle condizioni in cui il nostro diottero oculare non riesce a far convergere i raggi luminosi esattamente sul piano retinico così da realizzare una visione sfuocata più o meno grave a seconda dell'entità del problema refrattivo, in questo caso si parla di **ametropia**.

In presenza di un vizio refrattivo, quindi di ametropia, possono verificarsi le seguenti condizioni:

- il fuoco delle immagini cade anteriormente alla retina: **MIOPIA** (Foto 4)
- il fuoco delle immagini cade posteriormente alla retina: **IPERMETROPIA** (Foto 5)
- il fuoco delle immagini si realizza su due piani diversi: **ASTIGMATISMO** (Foto 6)

I vizi di refrazione sono quindi costituiti da: **miopia, ipermetropia e astigmatismo**.

Quando il medico oculista ci chiede di leggere le lettere di un tabellone luminoso (**ottotipo**) non fa altro che misurare la nostra acuità visiva; se ad occhio nudo, cioè senza l'ausilio di lenti correttive, riusciamo a vedere l'ultima riga del tabellone, quella composta dai caratteri più piccoli, significa che la nostra acuità visiva è pari a dieci decimi; se, al contrario, per poter riconoscere i caratteri dell'ottotipo abbiamo bisogno di una lente correttiva, significa che siamo di fronte ad un vizio refrattivo, avremo bisogno, allora, di una lente di un determinato potere (tanto maggiore quanto più grave è il nostro vizio refrattivo) espresso in **diottrie**. La diottria esprime quindi la capacità della lente di fare divergere (lente negativa) o convergere (lente positiva) i raggi di luce. L'acutezza visiva di un soggetto esprime, quindi, la sua capacità visiva raggiungibile da ciascun occhio e si misura in **decimi**.

L'acutezza visiva può essere valutata sia al "naturale" senza l'ausilio di lenti, che con correzione.

Spesso le diottrie e i decimi vengono confusi, ma non sono affatto la stessa cosa. La diottria, infatti, esprime la forza della lente da anteporre all'occhio che non vede bene per ottenere il miglior visus possibile.

La lente sarà *positiva* o *convessa* nel caso ci troviamo di fronte ad una ipermetropia, *negativa* o *concava* in caso di miopia e *cilindrica* in caso di astigmatismo.

Esempio: un'occhio è miope di meno quattro diottrie quando, per far sì che i raggi luminosi vadano a focalizzarsi sulla sua retina, è necessario anteporgli una lente negativa di 4 diottrie.

Quanto ai decimi, invece, sono l'unità di misura che esprime l'acutezza visiva (il cosiddetto "visus"). Chi ha dieci decimi all'esame della vista (la lettura del tabellone con le file di lettere in ordine decrescente di grandezza) riuscirà a leggere fino all'ultima fila. Chi distingue solo le lettere della prima fila avrà un'acutezza visiva pari a un decimo.

In presenza di un vizio refrattivo può verificarsi una condizione che va sotto il nome di **anisometropia**, condizione questa che indica una diversità refrattiva fra i due occhi.

L'anisometropia, può dar luogo ad un grave fenomeno che prende il nome di **ambliopia**, vale a dire perdita del visus per lo più irreversibile nell'occhio con il problema refrattivo maggiore, questo accade essenzialmente per uno scarso utilizzo di quest'occhio (comunemente descritto come *occhio pigro*).

Nel caso di anisometropia elevata non è possibile la correzione con occhiali in quanto si realizza una diversità di immagini tra i due occhi tale da indurre immagini sdoppiate.

La miopia

Si parla di miopia quando la vista da lontano è ridotta. Il miope vede bene a distanza ravvicinata mentre le immagini lontane gli appaiono sfocate.

La ragione di questo è da collegare ad un maggior potere di far convergere i raggi luminosi da parte di cornea e/o cristallino (il diottero oculare) o a una maggiore lunghezza del bulbo oculare. Per una di queste due ragioni i raggi vanno a focalizzarsi non sulla retina bensì in un punto anteriore (davanti a essa, vedi disegno), realizzando così una visione sfocata degli oggetti, di grado variabile a seconda del livello di miopia. L'incidenza della miopia è altissima: colpisce circa il 20 per cento della popolazione mondiale, con punte variabili a seconda della razza e del gruppo etnico (in Cina 50-70 per cento, in Europa 10-20 per cento). In Italia i miopi sono 10 milioni circa.

Sulle cause che provocano la miopia sono state avanzate molte teorie, che chiamano in causa fattori ereditari, ambientali e fisici. La predisposizione familiare ha un ruolo importante nei casi di miopia più seria (quella degenerativa), mentre gli altri fattori (la difficoltà visiva, una scorretta alimentazione, o ancora l'essere nati prematuri, la presenza di malattie endocrine e generali) potrebbero avere un ruolo nella comparsa della miopia semplice.

Non tutte le miopie sono uguali: possono avere infatti origini e sviluppo molto diversi.

La miopia **congenita**, cioè presente sin dalla nascita, può essere di grado medio o elevato e spesso si accompagna ad alterazioni della retina.

La miopia **acquisita**, invece, compare con il passare degli anni e può manifestarsi in 4 forme:

- *Semplice* - E' la miopia che inizia in età scolare e aumenta con lo sviluppo. In genere è lieve o media (non supera le 6 diottrie).

- *Senile* - Quella senile è la miopia tipica delle persone anziane, che in genere soffrono di cataratta.

- *Transitoria* - Si tratta di una miopia solo temporanea, dovuta all'assunzione di alcuni farmaci o ad una iperglicemia.

- *Degenerativa* - E' la forma più seria di miopia. Compare verso i 2-3 anni e progredisce sino ad arrivare in certi casi anche a 30-40 diottrie.

La miopia viene classificata dagli specialisti, a seconda della serietà, in tre livelli:

leggera (o lieve). E' la miopia fino a 3 diottrie.

media. E' quella che va da 3 a 6 diottrie.

elevata. Questa miopia va oltre le 6 diottrie.

Nelle miopie più elevate, si realizza una vera situazione patologica con alterazioni a carico della retina.

L'ipermetropia

L'ipermetropia è un difetto di refrazione molto diffuso, ma troppo spesso sottovalutato. Chi ne è colpito non solo vede male gli oggetti distanti, ma maggiormente quelli vicini.

L'ipermetropia può derivare da una particolare conformazione dell'occhio, che è più corto del normale (minore lunghezza del bulbo oculare) oppure da un minor potere refrattivo della cornea (troppo piatta) o del cristallino. Nell'ipermetropia la focalizzazione delle immagini avviene in un punto posteriore alla retina (dietro ad essa, vedi disegno), si realizza quindi una situazione esattamente opposta a quella della miopia.

Questa condizione refrattiva provoca una visione offuscata e obbliga la persona a un continuo sforzo di messa a fuoco delle immagini. Nell'ipermetropia lieve, finché si è giovani, l'occhio riesce a compensare il proprio difetto con il meccanismo naturale dell'accomodazione, ma verso i 40 anni questa agilità accomodativa del nostro occhio, comincia a diminuire e allora si rendono necessari gli occhiali per distinguere meglio sia gli oggetti vicini che quelli in lontananza.

I principali sintomi dell'ipermetropia sono la difficoltà a concentrarsi nella lettura, il senso di affaticamento della vista nei lavori a distanza ravvicinata, tensione e mal di testa.

Possono anche comparire sensazioni di dolore e bruciore agli occhi, la tendenza ad allontanare il testo mentre si legge, irritabilità e nervosismo dopo una prolungata concentrazione visiva, talvolta un senso di nausea.

Spesso l'ipermetropia viene confusa con la **presbiopia**, in realtà si tratta di due condizioni diverse. L'ipermetrope, come abbiamo visto, presenta una cattiva visione da lontano e maggiormente da vicino, nella presbiopia la difficoltà visiva si realizza solo per gli oggetti vicini. Nell'ipermetropia vero vizio refrattivo, il problema nasce per lo più da un minor potere refrattivo del diottrio oculare, nel caso di presbiopia si tratta di un normale processo fisiologico di invecchiamento del meccanismo di accomodazione.

L'astigmatismo

L'astigmatismo è un difetto di refrazione in cui i raggi di luce non vengono messi a fuoco tutti nello stesso punto della retina, cioè l'occhio astigmatico non ha lo stesso potere refrattivo su tutti i meridiani della cornea. La cornea, come abbiamo visto, può essere paragonata ad una semisfera con un potere diottrico e una capacità di focalizzare i raggi luminosi, identica in tutti i suoi punti, così da poter realizzare una messa a fuoco, sullo stesso piano retinico, dei punti di una stessa immagine. La stessa cosa non si verifica in caso di astigmatismo, in questo caso la cornea non è più paragonabile ad una semisfera ma bensì alla metà di un pallone da rugby, quindi con curvatura e potere diottrico diverso nei due meridiani principali, questo si traduce nell'impossibilità di focalizzare l'immagine sullo stesso piano, bensì su piani diversi. La conseguenza di tutto ciò è una scarsa visione sia da lontano che da vicino.

Questo problema visivo è fortemente invalidante: si calcola che in Italia ne soffre circa il 20 per cento della popolazione. L'astigmatismo può anche dipendere da una anomala curvatura del cristallino oppure di cornea e cristallino insieme.

In genere l'astigmatismo è un difetto congenito (cioè presente dalla nascita), ma in certi casi può essere la conseguenza di un trauma dell'occhio o di un intervento chirurgico. Il primo sintomo di questo vizio di refrazione è la visione distorta delle immagini.

Altri segnali del disturbo possono essere, oltre a una diminuzione della vista, il mal di testa (più forte nella zona della fronte), l'arrossamento degli occhi e anche una leggera difficoltà a tollerare la luce.

L'astigmatismo spesso è associato a un altro difetto di refrazione: la miopia oppure l'ipermetropia, in questi casi è necessario utilizzare lenti che correggano entrambi i difetti.

L'astigmatismo può essere **semplice, composto e misto** (Foto 7).

Astigmatismo semplice: uno dei due punti focali cade sulla retina mentre l'altro è situato anteriormente (ast. miopico semplice) o dietro di essa (ast. ipermetropico semplice).

Astigmatismo composto: nessuno dei due punti focali cade sulla retina, ma entrambi si collocano davanti (ast. miopico composto) o dietro di essa (ast. ipermetropico composto).

Astigmatismo misto: uno dei due punti focali cade davanti alla retina e l'altro dietro alla retina stessa.

Soluzione ai vizi di refrazione

Occhiali - La correzione tradizionale dei vizi di refrazione è senza dubbio quella con occhiali, (la loro apparizione in Europa e precisamente a Venezia va fatta risalire al XIII secolo). Vediamo quali sono i vantaggi e gli svantaggi di una correzione con occhiali di un vizio refrattivo:

- *vantaggi* :senza dubbio gli occhiali espongono meno la persona al rischio di infiammazione o infezione dell'occhio (cosa che può invece accadere con le lenti a contatto). Dal punto di vista della manutenzione, si tratta di una soluzione pratica: a parte il lavaggio regolare sotto l'acqua, gli occhiali non richiedono cure "particolari" ; non va infine sottovalutato l'aspetto economico si tratta infatti di una soluzione che non richiede una grossa spesa.

- *svantaggi* - Gli occhiali comportano anche degli svantaggi per la visione del paziente. Prima di tutto l'immagine appare rimpicciolita per chi è miope (la correzione della miopia richiede l'utilizzo di lenti negative o concave), ingrandita per chi è ipermetrope (per la correzione di questo vizio refrattivo vengono utilizzate lenti positive o convesse).

- il campo visivo resta limitato;
- le lenti dell'occhiale provocano una certa alterazione dei rapporti spaziali percepiti dalla persona, che ha quindi la sensazione di movimento apparente degli oggetti (per esempio che il pavimento si sollevi o fluttui quando si inforcano gli occhiali);
- talvolta inoltre possono essere causa di mal di testa o di nausea.
- importante è la componente estetica;
- anche l'aspetto funzionale non va sottovalutato (limitazione di attività sportive , ecc.).

Le lenti a contatto - Le lenti a contatto sono una valida soluzione per molti problemi di refrazione e inoltre non presentano alcuni degli inconvenienti degli occhiali (in Italia i portatori di lenti a contatto sono un milione e mezzo). Vediamo quali tipi di lenti a contatto sono in commercio con le rispettive caratteristiche.

Rigide - Sono le capostipiti di tutte le lenti a contatto. Si tratta di lenti "non gas permeabili", oggi cadute quasi del tutto in disuso perché più difficili da tollerare e scomode per chi svolge un'attività sportiva.

Semirigide - Le lenti a contatto semirigide sono un po' più morbide delle prime, con un maggiore grado di permeabilità, che varia a seconda dei materiali usati. Queste lenti sono molto usate nella correzione dell'astigmatismo.

Morbide - Sono le lenti più usate attualmente. Sono più facili da tollerare perché l'occhio vi si adatta con grande facilità, richiedono però una manutenzione molto accurata.

A ricambio frequente - Queste lenti rappresentano un ulteriore passo avanti nel campo della contattologia. Si tratta di lenti che durano dai 7 - 15 ai 30 giorni, più pratiche e soprattutto più igieniche, poiché vengono rinnovate spesso.

- **vantaggi** - Rispetto alla correzione con occhiali le lenti a contatto presentano numerosi vantaggi ottici, estetici e pratici.

Il rimpicciolimento della dimensione delle immagini è inferiore a quello provocato da lenti di occhiali di uguale potere: questo fatto si traduce in una maggiore acutezza visiva, nella possibilità di correggere miopie anche molto elevate e anche nella possibilità di correggere le anisometropie (cioè la differenza refrattiva tra i due occhi).

- **svantaggi** - Non bisogna però dimenticare che esistono anche dei rischi collegati all'uso di lenti a contatto, così come la maggior insorgenza di malattie oculari.

Per quanto riguarda la congiuntiva (la sottile membrana che tappezza internamente la palpebra e esternamente la sclera) possono comparire in certi casi delle *congiuntiviti giganto-papillari* (infiammazioni della congiuntiva della palpebra, che provocano rossore, bruciore, senso di corpo estraneo nell'occhio).

Più serie sono le complicanze che possono coinvolgere la cornea: vanno dalla semplice *cheratite puntata* (una infiammazione della cornea) alla più preoccupante *cheratite ulcerativa* da lente a contatto (una lesione del tessuto attraverso la quale penetrano i germi).

Terapia chirurgica - Rappresenta una valida alternativa alle soluzioni sopra descritte. Così come per tutte le innovazioni, anche queste metodiche chirurgiche sono state accolte con grande diffidenza; ciò accadde, per esempio, per il giapponese Sato che nel 1939 propose i principi della moderna cheratotomia radiale, così come per l'italiano Strambelli che nel 1953 ebbe la grossa intuizione di impiantare lenti intraoculari per correggere i vizi refrattivi.

Oggi le cose sono cambiate e sempre di più si fa ricorso a **tecniche chirurgiche di assoluta affidabilità** per modificare il potere diottrico dell'occhio intervenendo sulla cornea, sul cristallino o interponendo sull'asse ottico un diottero (lente) artificiale. Di seguito sono spiegate le tecniche più attuali nel campo della chirurgia refrattiva.