

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 ed Optometria

***Disfunzioni della visione binoculare
ed analisi optometrica.***

Relatore:
Prof Salvatore Abys

Laureando
Vincenzo Esposito

Matricola: M44000494

Anno Accademico 2018/2019

“L’uomo deve perseverare nell’idea che
l’incomprensibile sia comprensibile;
altrimenti rinuncerebbe a cercare”.
J.W. Goethe.

INDICE

Introduzione:

Capitolo 1: Formazione delle Immagini

- 1.1 Cenni di Anatomia dell'Occhio
- 1.2 Processo visivo Emmetrope, Miope, Ipermetrope, Astigmatico
- 1.3 Visione Binoculare, Corrispondenza Retinica e Stereopsi

Capitolo 2: Disfunzioni Refrattive della Visione Binoculare

- 2.1 Anisometropia
- 2.2 Trattamento Anisometropia

Capitolo 3: Deviazioni Oculari della Visione Binoculare

- 3.1 Deviazioni Oculari Latenti e Manifeste
- 3.2 Esame dello stato eteroforico
- 3.3 Tipologie di Strabismo

Capitolo 4: Disfunzioni Sensoriali della Visione Binoculare

- 4.1 Soppressione
- 4.2 Ambliopia
- 4.3 Corrispondenza retinica anomala e Fissazione eccentrica

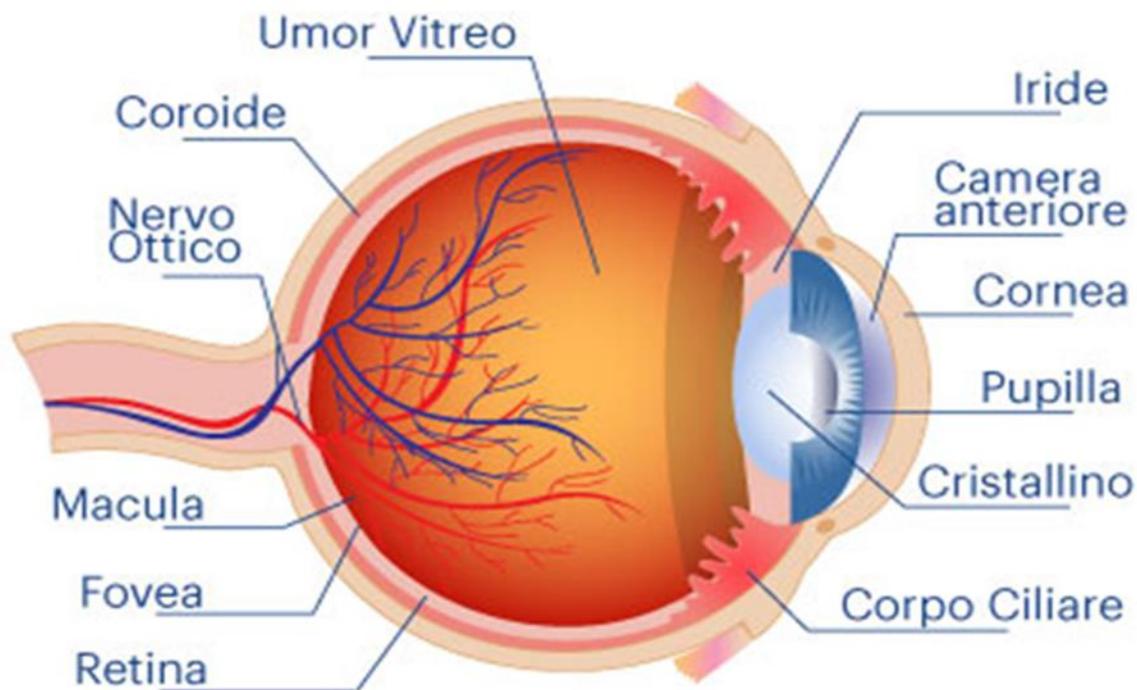
4.4 Tecniche Riabilitative

Conclusioni

Ringraziamenti

Capitolo 1: Formazione delle Immagini

1.1 Cenni di Anatomia dell'occhio



L'occhio è l'organo di senso esterno dell'apparato visivo, che raccoglie la luce proveniente dall'ambiente, affinché possa essere focalizzata in un'immagine capovolta sulla retina e trasformata in segnali elettrici, che attraverso il nervo ottico, vengono inviati al cervello, nella regione della corteccia visiva per l'elaborazione. Il bulbo oculare è formato da tre tonache: **fibrosa**, **vascolare** e **nervosa**. Quella più esterna, la **fibrosa** o sclera funge da attacco per i muscoli estrinseci che governano i movimenti oculari, copre il bulbo per i suoi cinque sesti, ed è una membrana resistente e opaca ai raggi luminosi. Nota come "la parte bianca dell'occhio", ha funzione protettiva e meccanica. La sua superficie esterna è rivestita dalla **congiuntiva**, una membrana mucosa che ricopre il bulbo e la parte interna delle palpebre, proteggendo l'occhio da corpi estranei, ed evitando l'attrito nelle fasi di ammiccamento

mantenendo e favorendo la distribuzione del film lacrimale. Il sesto anteriore è formato dalla **cornea**, che rappresenta il primo mezzo diottrico che si incontra nell'occhio, una calotta trasparente, che concorre a mettere a fuoco le immagini sulla retina, infatti nel processo visivo si comporta come una lente convergente con un potere di circa 43 diottrie. In particolare, assieme al **cristallino**, che è una lente biconvessa con potere tra le 18-20 diottrie, permette di convogliare i raggi luminosi verso la retina, in modo che l'immagine sia percepita nitida. Grazie all'azione del **muscolo ciliare**, il cristallino modifica la sua forma per regolare automaticamente la sua messa a fuoco dei raggi luminosi attraverso l'**accomodazione**.

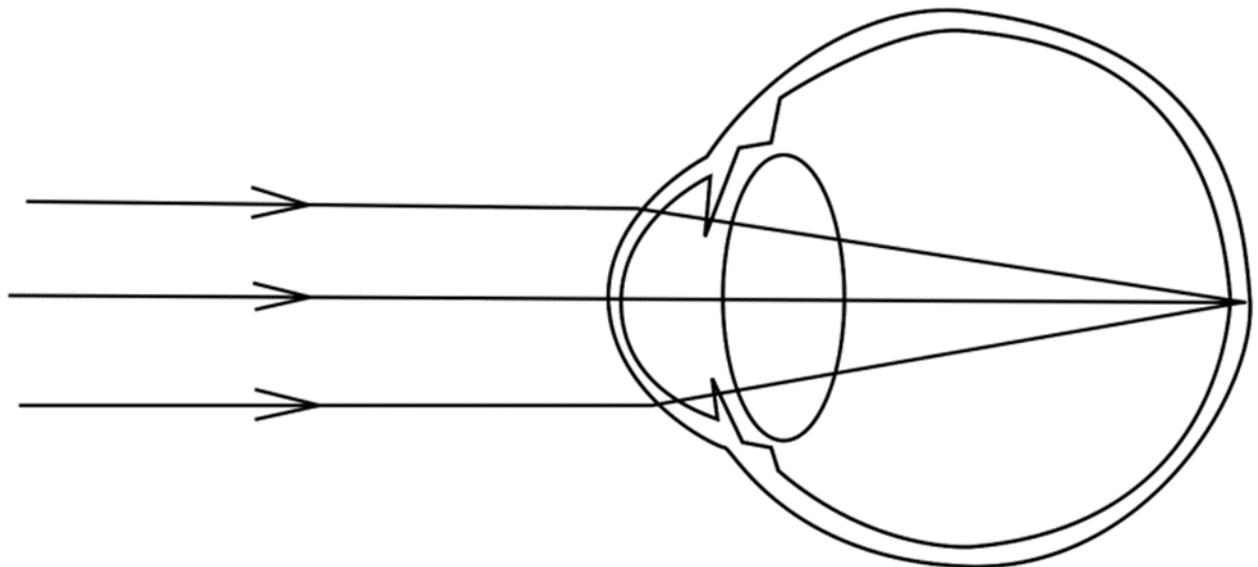
La lente è mantenuta nella sua sede tramite la **zonula di Zinn**, costituita da fibre zonulari che lo ancorano al corpo ciliare. Il **meccanismo accomodativo**, prevede che il cristallino si appiattisca per avere un potere più basso per guardare a distanza infinita, questo avviene tramite una tensione esercitata dalle fibre zonulari che prevale su quella delle fibre capsulari. Mentre a distanza prossimale è necessario che la lente assuma una forma più sferica con un potere più alto, che si raggiunge tramite la contrazione del muscolo ciliare che rilassa la tensione zonulare.

La tonaca **vascolare o Uvea**, è formata da: **iride**, **corpo ciliare**, **coroide**, ed è caratterizzata dalla presenza di vasi sanguigni e linfatici che apportano sostanze nutritive e ossigeno alle strutture oculari. L'**iride**, la parte che determina il colore degli occhi, è un diaframma che regola la quantità di luce che entra nell'occhio attraverso i processi di **Miosi** e **Midriasi**, restringendo e dilatando la pupilla. L'iride divide la **camera anteriore** dalla **posteriore** che sono colme di **umore acqueo**, un liquido salino che mantiene la pressione nell'occhio costante.

La **coroide**, formata da vasi sanguigni, conferisce sostanze nutritive alle strutture oculari e allo stesso tempo, come l'iride, è formata da pigmenti che assorbono raggi luminosi che potrebbero riflettersi e causare la distorsione delle immagini. La tonaca **nervosa o retina**, funziona come un fototrasduttore,

ovvero capta gli stimoli luminosi e li converte in segnali elettrici che vengono inviati al cervello. La retina si costituisce di due foglietti sovrapposti, l'**epitelio pigmentato** e la **retina sensoriale**, separati da una linea di confine detta **ora serrata**,[?] ed è provvista di **fotorecettori, coni** e **bastoncelli**. I primi si collocano in una zona centrale detta **fovea**, mentre i secondi nella zona periferica. Tra la retina e cristallino c'è il **corpo vitreo**, una massa gelatinosa che conferisce forma e protezione al bulbo oculare. Tramite il **nervo ottico**, che è la continuazione degli assoni delle cellule gangliari retiniche, si collega la retina con il cervello. Infatti non appena il nervo ottico lascia la retina, si dirige verso il **chiasma ottico**, una regione formata tramite l'unione delle fibre nervose dei nervi ottici, così che il segnale elettrico viene trasportato tramite vie ottiche arrivando al **corpo genicolato laterale**, cioè una parte del cervello che invia le informazioni alla **corteccia visiva**.

1.2 Processo visivo Emmetrope, Miope, Ipermetrope, Astigmatico

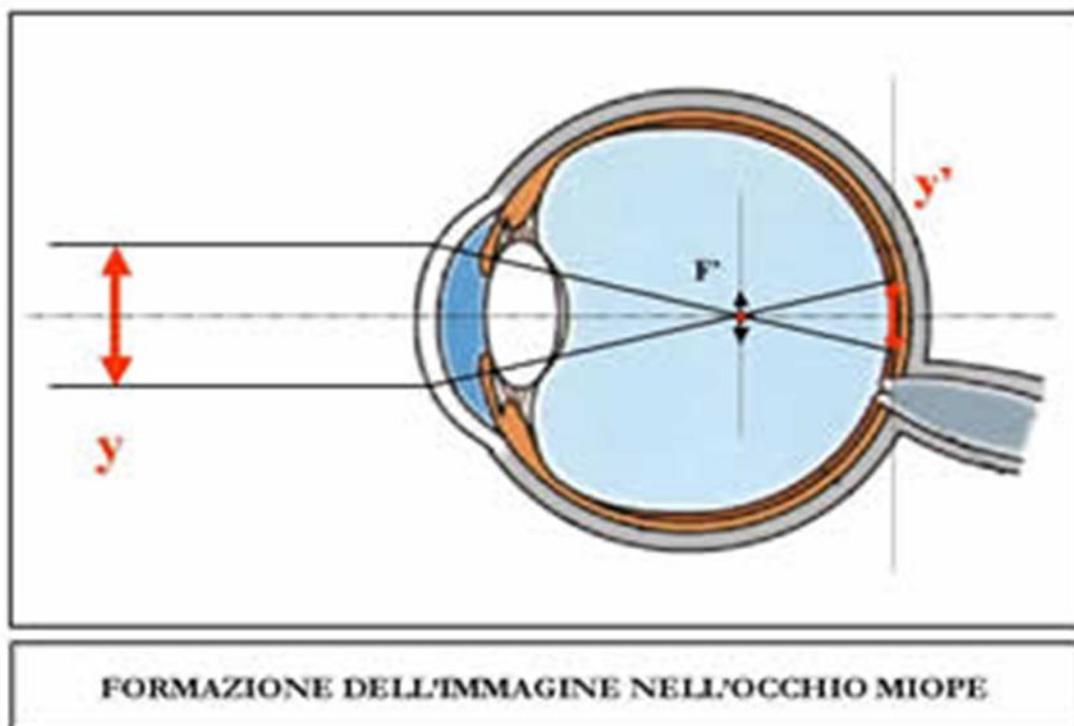


Quando un occhio ha la capacità di far convergere i raggi luminosi paralleli provenienti dall'infinito grazie al sistema cornea-cristallino direttamente sulla retina, viene definito **emmetrope**.

L'emmetrope riesce senza l'ausilio di correzioni a mettere a fuoco immagini a qualsiasi distanza. Il punto più lontano in cui l'occhio riesce a mettere fuoco le immagini si chiama **punto remoto**; mentre il **punto prossimo**, è il punto di massima accomodazione. Considerando l'occhio emmetrope "normale", possiamo descriverlo come un diottro convesso nel fuoco posto su uno schermo costituito proprio dalla retina, dove i mezzi trasparenti sono accoppiati e centrati sullo stesso asse.

Il primo mezzo è quello corneale con indice di rifrazione di 1.376, che fa convergere i raggi sull'altra lente biconvergente che è il cristallino, che a sua volta converge ancora i raggi sullo schermo, appunto la retina.

Nonostante siano semplicemente delle ametropie che possono essere facilmente corrette, talvolta **Miopia**, **Ipermetropia** e **Astigmatismo** conducono a condizioni più gravi, se non corrette in tempo in maniera adeguata, ovvero a vere e proprie disfunzioni binoculari che affronteremo nel capitolo successivo.

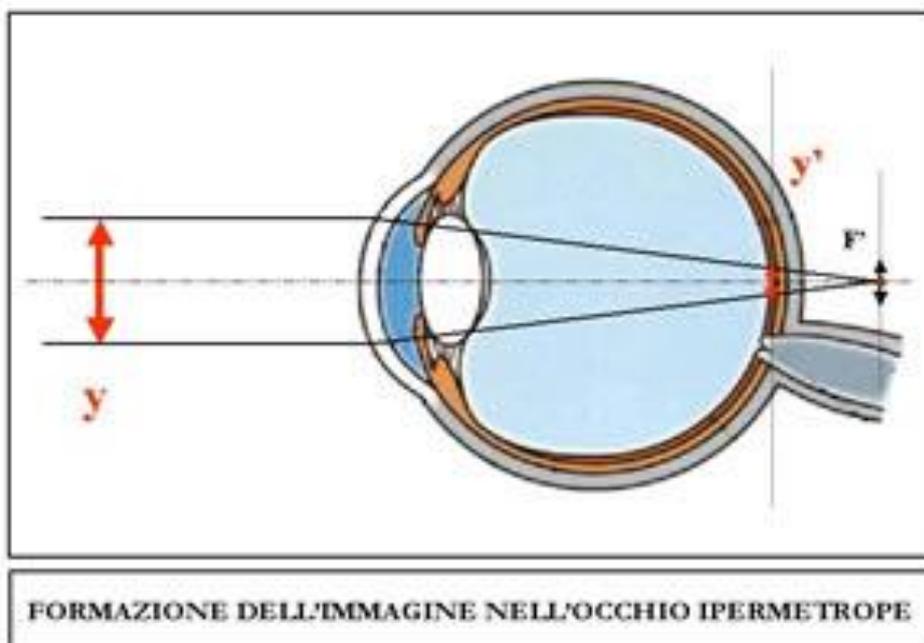


La **Miopia** è un difetto visivo, a causa del quale si vede sfocato da lontano. Deriva dal greco "myo" che significa "chiudere" per indicare l'abitudine dei miopi a strizzare gli occhi per vedere

meglio appunto da lontano. In questo caso i raggi provenienti dall'infinito vengono proiettati davanti alla retina, formando così un'immagine sfocata. Distinguiamo miopie lievi (fino a -3 diottrie), medie (da -3 a -6 diottrie), elevate (oltre le -6 diottrie). E' un vizio refrattivo frequentissimo, infatti in Italia ne è afflitta il 25% della popolazione, in Occidente il 30%, insorgendo in età infantile e stabilizzandosi intorno ai 20-25 anni, aumentando solo lievemente.

Normalmente distinguiamo tre tipi di miopia, uno di tipo assiale, una da curvatura ed un'altra refrattiva.

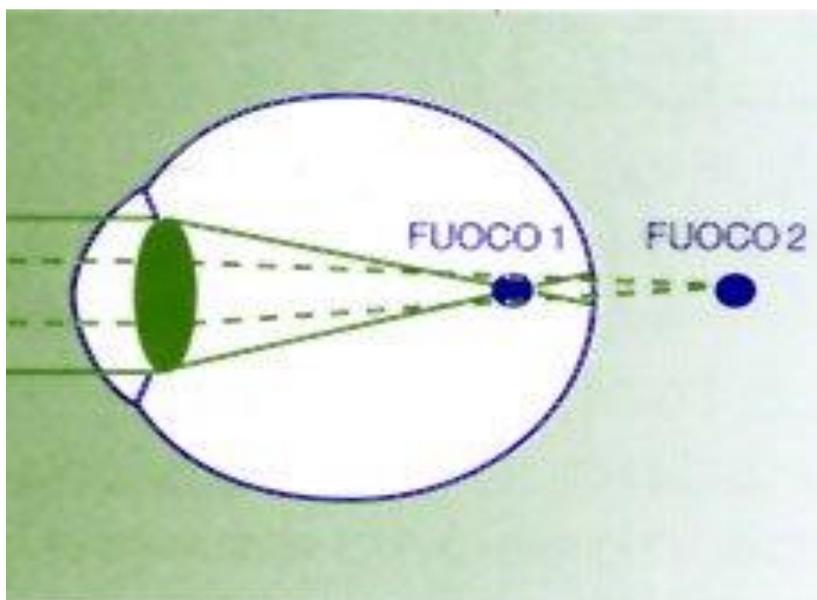
A queste si aggiungono cause di tipo ereditario o "quotidiane", ovvero stare troppo in ambienti chiusi svolgendo attività a distanza ravvicinata, uso dei terminali quali smartphone, computer, tablet. Si compensa con la minima lente negativa che dà la massima acuità visiva possibile, con occhiali e lenti a contatto a seconda delle situazioni, in base all'età, all'uso, e di conseguenza all'entità dell'ametropia.



L'Ipermetropia è un vizio refrattivo in cui i raggi luminosi provenienti dall'infinito vengono focalizzati oltre la retina. Prende il nome di ipermetropia assiale, quando la sua origine è

anatomica, cioè quando parliamo di “occhio corto”. Si corregge con lenti positive, tenendo conto che bisogna attribuire la massima correzione positiva quando possibile. Quando l'ipermetropia è molto forte per un occhio, soprattutto nei bambini si può generare uno strabismo, dovuto al fatto che il bambino incontra difficoltà a fissare gli oggetti in maniera corretta con l'occhio più ametropo, che quindi tende a deviare, così che le immagini che arrivano al cervello dall'occhio peggiore vengono soppresse conseguendo ad una visione monoculare prolungata e quindi all'ambliopia. Anche in questo caso a seconda del soggetto utilizzeremo occhiali, lenti a contatto ed esercizi ortottici.

L'Astigmatismo è un vizio refrattivo causato dalla deformazione della cornea (corneale) o di un'alterazione delle strutture interne come il cristallino (lenticolare), per cui le immagini hanno contorni poco nitidi. Può essere congenito o acquisito, ed è una condizione che può essere associata alle prime due ametropie viste. In particolare si può immaginare la cornea come una calotta sferica attraversata da meridiani, ove persiste una differenza di potere e curvatura tra 2 meridiani separati da una distanza di 90° .



Geometricamente l'astigmatismo presenta due immagini ortogonali o irregolari, che vengono viste come due focali perpendicolari ai meridiani che le generano; a seconda delle loro posizioni distinguiamo 3 tipi di astigmatismo:

- 1) Semplice, che può essere miopico o ipermetropico.
- 2) Composto, che può essere miopico o ipermetropico.
- 3) Misto.

L'astigmatismo può dividersi anche in base ai meridiani ametropi in:

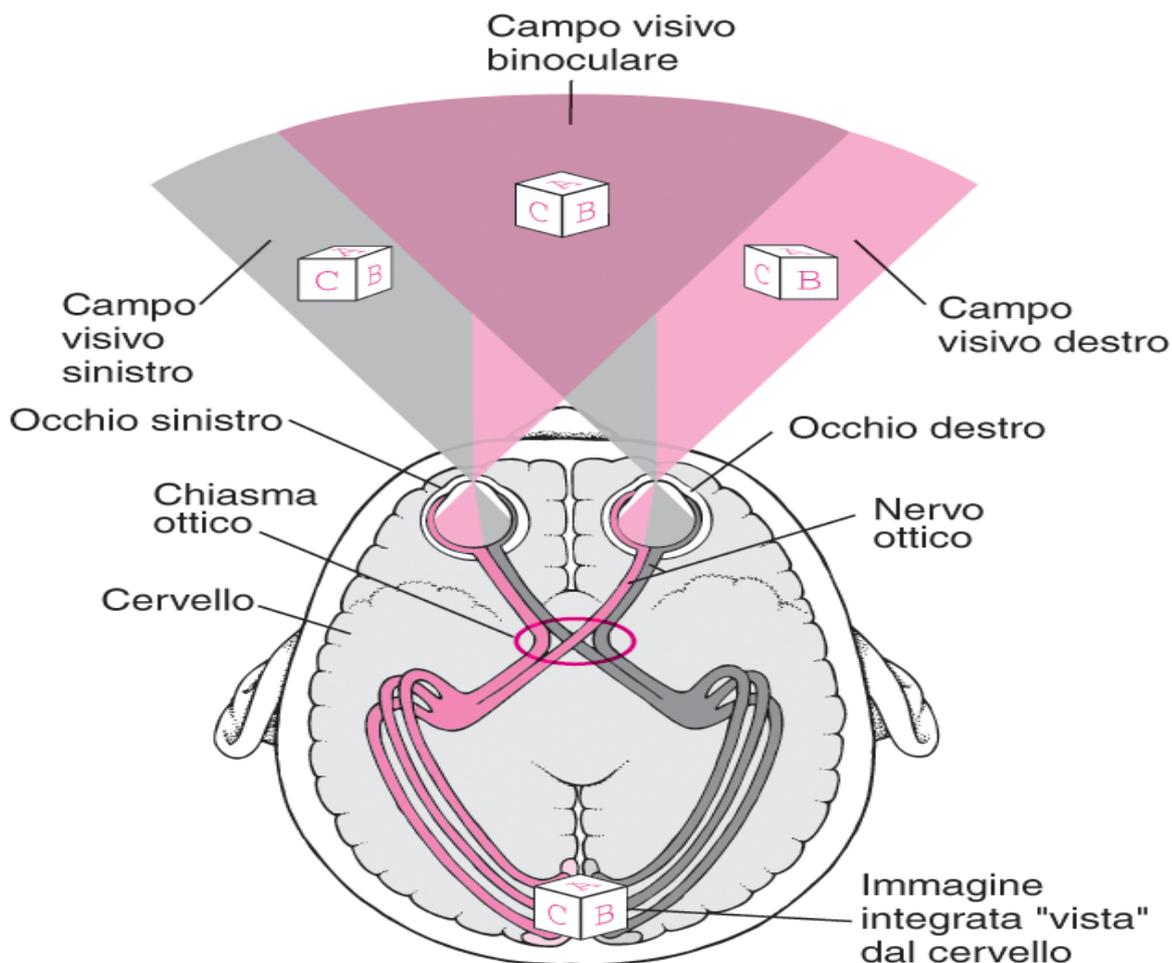
astigmatismo secondo regola, contro regola e obliquo. Nel secondo regola il meridiano verticale è più potente del corrispettivo orizzontale che si trova a 90° da esso. Nel contro regola invece il meridiano orizzontale è più potente del corrispettivo verticale. Nell'obliquo il meridiano più ametropo si trova tra $60^\circ-30^\circ$ e $120^\circ-150^\circ$.

L'astigmatismo corneale viene rilevato con l'oftalmometro o tramite topografia corneale. L'astigmatismo lenticolare invece viene rilevato tramite quadrante per astigmatici o cilindro crociato di Jackson. Anche in questo caso si utilizzeranno per la correzione lenti toriche o cilindriche, lenti a contatto, o chirurgia refrattiva.

1.3 Visione Binoculare, Corrispondenza Retinica e Stereopsi

La visione binoculare è una caratteristica del sistema visivo che permette di percepire la tridimensionalità del mondo che ci circonda, di valutare le distanze relative degli oggetti e a capirne la differente collocazione spaziale. Infatti attraverso un meccanismo di fusione si permette agli impulsi provenienti dai due occhi di essere fusi in una sola percezione visiva, ovvero si ha la sovrapposizione del singolo campo visivo monoculare destro con il singolo campo visivo monoculare sinistro per formare un'immagine binoculare. Quando siamo impiegati in azioni quotidiane come la lettura o semplicemente nel vedere la tv, l'immagine del campo visivo osservata in quel momento che viene

percepita sulla retina, deve essere considerata come un insieme di “pixel”, ovvero come un insieme di singole percezioni ognuna delle quali generate da singoli punti specifici della retina. Quindi se dividessimo la retina come tanti **punti retinici**, potremmo dire che ogni punto genera una percezione visiva con una certa **localizzazione spaziale**, un certo colore, luminosità e forma, così che l’insieme di queste percezioni genera l’immagine monoculare nell’occhio considerato. Per **localizzazione spaziale** si intende la direzione in cui viene proiettata la percezione visiva che consegue dalla stimolazione del punto retinico considerato. Una direzione può essere considerata “primaria” se collegata direttamente alla fovea, “secondaria” quando non è collegata alla regione di massima risoluzione.



Avendo compreso come un’immagine si forma in un solo occhio a livello monoculare, per capire come le immagini provenienti da due occhi vengono fuse in un’unica sensazione visiva, dobbiamo

introdurre il concetto di **punti retinici corrispondenti**, ovvero il fatto che un singolo elemento retinico di un occhio ha il proprio corrispondente elemento retinico nell'altro occhio, ovvero hanno la stessa localizzazione spaziale. Di conseguenza quando un'immagine cade su punti retinici corrispondenti con la stessa direzione visiva, allora si produce un unico stimolo visivo, anche se in realtà le immagini, ovvero gli impulsi nervosi sono due. Secondo la teoria di Helmholtz dell'**occhio ciclopico**, i due occhi si comportano come un unico occhio ideale che si trova in mezzo a due bulbi reali, alla stessa altezza ed un po' più all'indietro. Il processo di eccitazione di punti retinici corrispondenti e l'unificazione in un'unica sensazione visiva si chiama **fusione sensoriale**; affinché possa avvenire questo meccanismo è necessario che le immagini provenienti dai due occhi abbiano una grandezza, luminosità colore e nitidezza simile. La porzione di spazio in cui cadono le immagini generate da punti retinici corrispondenti, si chiama **oroptero empirico**, che può assumere una forma diversa a seconda della distanza di fissazione. Quando le immagini vengono generate da punti retinici non corrispondenti, detti **disparati**, allora l'immagine verrà focalizzata in una regione esterna all'oroptero per cui il soggetto accuserà diplopia fisiologica, assumendo un'immagine doppia. La distanza tollerabile dall'oroptero per cui è ancora possibile fondere immagini in un'unica percezione, si chiama **Area di Panum**, in cui le sensazioni visive che provengono da punti retinici disparati, riescono ad essere fuse ancora senza la formazione della diplopia ed inoltre si permette al cervello di percepire il fenomeno della **Stereopsi**, ovvero della tridimensionalità degli oggetti sfruttando le differenze dei dettagli dei due impulsi nervosi che vengono generati dai due occhi. A quel punto gli impulsi nervosi nei due occhi vengono trasportati alla corteccia visiva primaria dai nervi ottici in modo da ottenere l'immagine tridimensionale. Talvolta l'insieme di questi processi sono scompensati da fattori neurologici, anatomici, patologici e refrattivi. Neurologici perché

su tali processi influisce l'attività di convergenza che può essere eccessiva o ridotta provocando delle **deviazioni oculari** verso l'interno o verso l'esterno di uno o di entrambi gli occhi che non vengono compensate dalla **fusione motoria** (ovvero l'insieme dei movimenti di vergenza che contribuiscono a mantenere gli assi visivi allineati). Allo stesso modo difetti anatomici o paralisi patologiche dei muscoli extraoculari conducono a degli squilibri motori, per cui il disallineamento degli assi visivi prevale sulla fusione motoria generata proprio dai muscoli causando **deviazioni oculari (forie e tropie)**, da cui ne consegue che le immagini saranno generate da punti retinici disparati creando diplopia patologica, ovvero **strabismo**. Ciò comporta una visione che potrebbe divenire monoculare poiché si può generare **ambliopia** dovuta al non sviluppo dell'occhio "pigro", perchè alla lunga il cervello non riesce a fondere gli stimoli visivi provenienti da entrambi gli occhi, decidendo di "**sopprimere**" l'occhio dalle quali provengono le informazioni disturbanti. Scompensi della visione binoculare possono conseguire anche da fattori refrattivi come **Anisometropie elevate**.

Capitolo 2: Disfunzioni refrattive della Visione Binoculare

2.1 Anisometropia

L'anisometropia, dal greco "non uguale misura di vista", rappresenta una differenza di stato refrattivo nei due occhi, con un occhio emmetrope ed uno ametropo oppure entrambi occhi ametropi ma con una marcata differenza di stato refrattivo di almeno 1,50-2,00 diottrie. E' una condizione che può essere riscontrata nei bambini nati prematuramente e soprattutto nelle persone affette da strabismo.



In particolare l'entità dell'anisometropia può essere classificata in:

- 1) Bassa, quando è inferiore alle 2,00 diottrie
- 2) Media, quando è compresa tra 2,00 e 3,50 diottrie
- 3) Alta, quando è superiore alle 3,50 diottrie.

Talvolta quando l'anisometropia non è molto grave, per cui un occhio è emmetrope e l'altro è poco miope, il soggetto riuscirà comunque ad avere visione nitida a tutte le distanze, utilizzando l'occhio emmetrope per guardare a distanza infinita e l'occhio poco miope a distanza prossimale, sfruttando una visione efficace, ma non ottimale perchè monoculare. Non correggendo un soggetto con entrambi gli occhi ipermetropi di diversa entità, soprattutto in età infantile, l'occhio più ametropo può subire il mancato sviluppo della vista con conseguente ambliopia refrattiva, oppure l'immagine sfocata dell'occhio più ipermetrope non riesce a fondersi con l'immagine data dall'occhio adelfo con conseguente soppressione. Quindi otterremo nei casi descritti un'assente visione binoculare con annessi problemi di convergenza e strabismo. In particolare è possibile distinguere l'anisometropia in base alla combinazione di stato refrattivo nei due occhi in:

- 1) Anisomiopia: un occhio miope (o emmetrope) e controlaterale con miopia maggiore.
- 2) Anisoipermetropia: un occhio ipermetrope (o emmetrope) l'altro più ipermetrope.
- 3) Antiametropia: un occhio miope e l'altro ipermetrope.

L'ultima condizione è quella che causa più frequentemente l'abbandono alla binocularità sfruttando un occhio a distanza infinita e l'altro a distanza prossimale. L'anisometropia può derivare da difetti anatomici, come differente lunghezza assiale, o differente potere cornea-cristallino dei due occhi; da fattori patologici come glaucoma infantile, cheratocono e cataratte; da operazione chirurgica in seguito all'esportazione del cristallino.

2.2 Trattamento Anisometropia

Il trattamento da eseguire per l'anisometropia varia da soggetto a soggetto, in particolare in base all'età. Nel bambino si punta ad ottenere un recupero funzionale, mentre nel soggetto adulto si cerca di ottenere un miglioramento delle condizioni visive, questo perchè a differenza del primo caso, il soggetto adulto può manifestare più difficoltà nell'adattamento alla nuova correzione, causando problemi di affaticamento, distorsione spaziale e vista annebbiata considerando che la capacità di adattamento va a diminuire con l'età. In particolare sono due le metodiche adottate per poter correggere l'anisometropia: l'utilizzo di lenti a contatto e l'utilizzo di lenti oftalmiche. Le prime sono il migliore metodo, perchè minimizzano determinate problematiche che le lenti oftalmiche invece potrebbero attribuire al soggetto, cioè **anisoforia ottica, diversa richiesta accomodativa e aniseiconia.**

L'Anisoforia ottica è la differenza di effetto prismatico a cui vanno incontro gli occhi di un anisometrope quando guarda attraverso la periferia delle lenti oftalmiche.

Una diversa richiesta accomodativa si ottiene, perché data la differenza di stato refrattivo nei due occhi per un anisometrope, gli occhi dovrebbero accomodare di una quantità diversa e questo non è possibile ovviamente sapendo che l'innervazione del sistema accomodativo nei due occhi è coniugata, quindi avremo uno dei due occhi in errore di focalizzazione.

L'Aniseiconia comporta invece una differenza di immagini oculari diverse nella dimensione, che non riescono ad essere unite con la fusione sensoriale.

Attraverso le lenti a contatto minimizziamo quindi tali disturbi e garantiamo un migliore adattamento alle nuove condizioni. Nei bambini dato che il sistema visivo non si è ancora sviluppato del tutto è importantissimo intervenire in maniera tempestiva così da poter contribuire a sviluppare l'acuità visiva in maniera equa nei due occhi evitando problemi ulteriori come ambliopia e strabismo. In un soggetto adulto invece, la persona è abituata ad un certo tipo di visione non sempre binoculare, come nel caso dell'antiametrope che sfrutta un occhio per guardare all'infinito e un occhio per la distanza prossimale, quindi bisogna non stravolgere la visione, ma cercare un compromesso correttivo affinché possano migliorare le condizioni di stereopsi ed ottenere una maggiore qualità del campo visivo.

Capitolo 3: Deviazioni oculari della Visione Binoculare

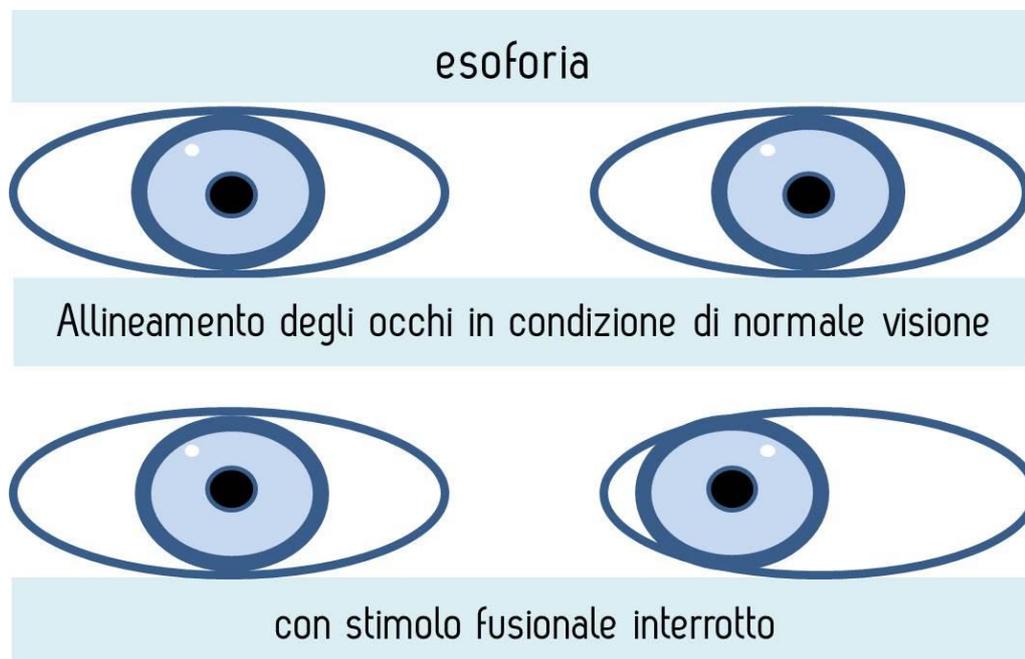
3.1: Deviazioni Oculari Latenti e Manifeste

Le Deviazioni oculari si dividono in: **Latenti** e **Manifeste**.

Le prime, chiamate **forie**, sono squilibri del sistema motorio che però riescono ad essere compensate dalla fusione motoria. Quando però questo meccanismo fusionale viene interrotto chiudendo un occhio allora questo tende ad assumere la posizione di foria deviando in una direzione. Se la deviazione è lieve all'apertura di entrambi gli occhi la fusione motoria fa sì che ci sia un recupero rapido dell'occhio deviato in modo da ripristinare il corretto allineamento degli assi visivi, se invece la foria è di forte entità l'occhio tenderà a recuperare in maniera "faticosa" la sua posizione per stabilizzare l'allineamento degli assi visivi. In base alla direzione della deviazione dividiamo le forie in: **orizzontali e verticali**.

Le orizzontali sono: **esoforia ed exoforia**.

Nella prima gli occhi convergono verso l'interno e gli assi visivi s'incontrano prima del punto di fissazione.



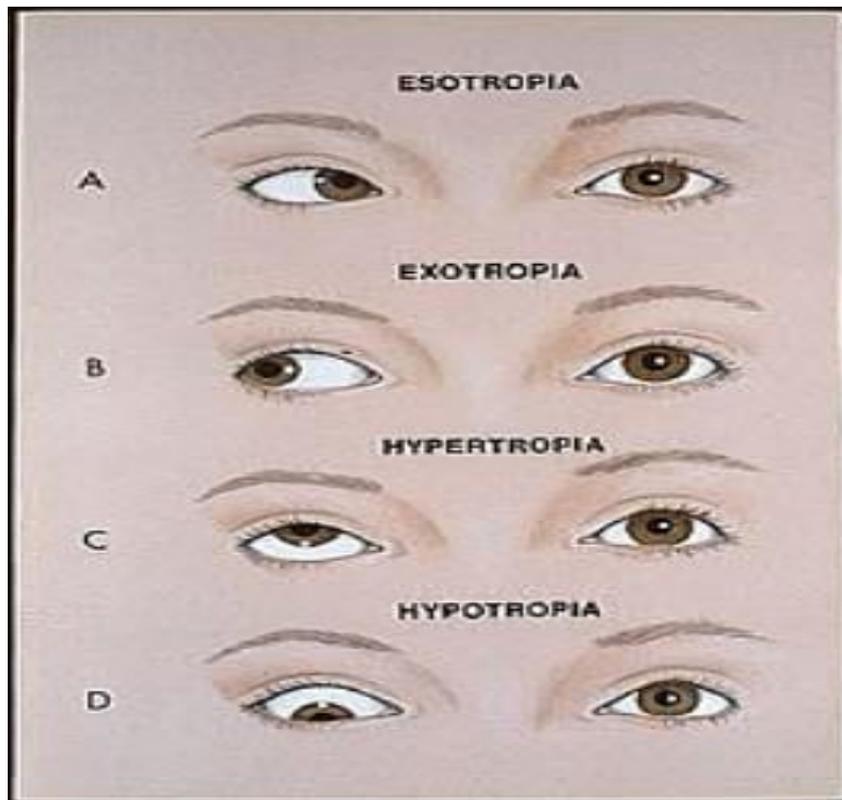
Nella seconda gli occhi convergono verso l'esterno e gli assi visivi si incontrano dopo il punto di fissazione.



Le verticali invece sono: iperforia destra, dove l'occhio destro tende a posizionarsi più in alto rispetto al sinistro e l'iperforia sinistra in cui è il sinistro a posizionarsi più in alto rispetto al destro; esiste poi la categoria delle **forie torsionali** che si dividono in: **incicloforia ed excicloforia**, dove c'è la tendenza degli occhi a ruotare verso l'interno o verso l'esterno. La cosa fondamentale da comprendere è che le forie sono sempre a carico di **entrambi gli occhi** anche se apparentemente lo squilibrio viene attribuito ad uno solo.

Le deviazioni invece manifeste o **tropie**, sono squilibri motori che il meccanismo della fusione motoria non riesce a compensare. E' una condizione più grave della foria, talvolta conseguente ad una foria stessa non compensata, perché in questo caso l'occhio tende a deviare in una direzione con entrambi gli occhi aperti provocando diplopia che in età plastica viene compensata in due modi: o dalla soppressione dell'occhio dalle quali provengono le informazioni disturbanti, o istaurando una corrispondenza retinica anomala; in età adulta invece, se la tropia è causata da un trauma, quindi non è una condizione che si è protratta nel tempo dall'infanzia, allora il soggetto tende a convivere con la diplopia perché la riabilitazione visiva risulta essere talvolta

irrecuperabile. In questo caso quindi gli assi visivi tendono a non incontrarsi nel punto di fissazione e il soggetto non ha mai fissazione bifoveale, cioè le immagini non si formano mai contemporaneamente sulle due fovee. In base alla deviazione anche le tropie si dividono in orizzontali, verticali e ciclorotatorie.



Le orizzontali sono: **esotropia** con deviazione verso l'interno ed **exotropia** con deviazione verso l'esterno.

Nelle verticali non è sufficiente parlare solo di ipertropia destra e sinistra, ma anche di ipotropia.

Ipertropia destra: occhio destro ruotato verso l'alto.

Ipertropia sinistra: occhio sinistro ruotato verso l'alto.

Ipotropia destra: occhio destro ruotato verso il basso.

Ipotropia sinistra: occhio sinistro ruotato verso il basso.

Le ciclorotatorie sono: inciclotropia ed exciclotropia. Nel primo caso la parte alta dell'occhio deviato è ruotata verso l'interno; nel secondo caso la parte più alta dell'occhio deviato è ruotata verso

l'esterno. Le tropie possono presentarsi in tutti momenti della giornata, oppure quando sono di bassa entità si manifestano solo in alcuni momenti, per esempio tendono ad essere compensate dalla fusione motoria durante una giornata quotidiana, ma tendono a manifestarsi poi verso la fine, quando nel soggetto si impongono stress e stanchezza accumulata da una giornata lavorativa.

3.2 Esame dello stato eteroforico

Alla base delle tecniche optometriche usate per evidenziare lo stato eteroforico, c'è l'interruzione della fusione sensoriale che serve ad ottenere visione dissociata; in questo modo si esclude il meccanismo correttivo della fusione motoria e gli occhi assumono la posizione fisiologica di riposo, cioè la posizione di foria. La visione dissociata si può ottenere in diversi modi:

- 1) Fornendo agli occhi due immagini differenti tramite occhiali polarizzati, filtro rosso-verde, setto separatore.
- 2) Escludendo un occhio dalla visione
- 3) Utilizzando dei prismi dissocianti, dislocando l'immagine retinica di una quantità superiore alla capacità di recupero del sistema motorio.

Se è presente una foria, dissociando un target non si avrà allineamento di queste due immagini ma bensì uno spostamento di una delle due; infatti in caso di esoforia si genera una diplopia omonima, l'oggetto viene localizzato nello stesso lato dell'occhio che ha fornito l'immagine; in caso di exoforia si otterrà diplopia crociata, con l'oggetto che verrà localizzato dal lato opposto dell'occhio che ha fornito l'immagine. I test di esame che si svolgono per la valutazione dello stato eteroforico possono essere soggettivi ed oggettivi: i primi basati sulla risposta del soggetto su dove percepisce le immagini, mentre i secondi basati sull'osservazione dell'operatore. Tra i test oggettivi per

evidenziare le forie, utilizzeremo: **il cover/uncover test ed il cover test alternato.**

Cover/Uncover Test:

La valutazione di questo test è completamente a carico dell'osservatore, infatti il soggetto deve unicamente guardare una mira posta di norma ad una distanza di 35-40 cm. Si occlude uno dei due occhi per ottenere visione dissociata, in modo che valutando un occhio alla volta, l'occhio affetto da foria tenda, togliendo l'occlusore, a compiere un movimento di recupero in una direzione in base al tipo di deviazione per ripristinare il corretto allineamento degli assi visivi.



Cover Test Alternato

In questo caso, valgono le stesse azioni preliminari espresse nel cover test, solo che l'occlusione passa velocemente da un occhio all'altro provocando uno scambio di fissazione, mentre si osserva il movimento di recupero dell'occhio scoperto. Il punto di riferimento per osservare tale movimento è il limbus. E' un test

più limitato perché permette di evidenziare solo l'angolo di deviazione rispetto al primo test, in cui è possibile verificare l'eventuale foria-tropia ed anche la tipologia. In entrambi i casi se il movimento di recupero è rapido, la deviazione è di lieve entità; se è lento allora significa che la fusione motoria a fatica riesce a ripristinare l'allineamento degli assi visivi. Per quantificare la foria nel cover test normale ed alternato, dovremo individuare un prisma che annulli il movimento di recupero e registrarne l'entità.

Tra le tecniche soggettive le più utilizzate sono: **Test di Shober**, **Test di Hering**, **Cilindro di Maddox** e **Metodo di von Graefe**.

Test di Shober: Si produce la dissociazione nei due occhi con due immagini diverse in forma e colore interrompendo la fusione sensoriale tramite un occhialino rosso-verde. L'occhio sotto filtro verde vedrà il cerchio verde; l'altro occhio sotto filtro rosso vedrà la croce rossa. Nel caso di assenze di forie (**ortoforia**), la croce verrà percepita all'interno del cerchio verde. In base alla posizione che la croce rossa assume nei confronti del cerchio verde potremo classificare il tipo di foria presente.

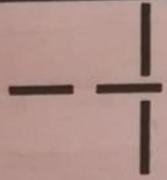
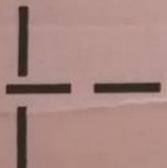
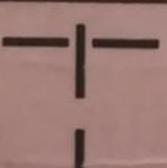
Visione del soggetto	Tipo di foria
	Ortoforia
	Esoforia
	Exofovia
	Iperforia sinistra
	Iperforia destra

Infatti se la croce si trova a destra del cerchio troviamo una esoforia; a sinistra una exoforia; sopra iperforia sinistra; sotto iperforia destra. Per quantificare il tipo di foria presente, utilizzeremo dei prismi positivi o negativi a base tempiale in modo che la croce venga percepita non più distante dal cerchio ma bensì esattamente al centro, per portare l'occhio eteroforico ad ottenere un'immagine nitida sulla fovea. Quindi l'utilizzo dei prismi ci permette di dare un'entità all'ampiezza della deviazione, in modo che la visione quotidiana del soggetto sia percepita nitida e senza diplopia. Utilizzeremo prismi positivi per le exoforie e negativi per le esoforie.

Test di Hering

E' una variante del Test di Shober, in questo caso la dissociazione si ottiene attraverso una coppia di filtri polarizzati con cui la persona vedrà una croce come mira, formata da braccia verticali ed orizzontali, le prime viste

con un occhio e le seconde con l'altro.

Visione del soggetto	Tipo di foria
	Ortoforia
	Esoforia
	Exoforia
	Iperforia sinistra
	Iperforia destra

Infatti, per verificare le forie orizzontali, teniamo conto della posizione delle braccia verticali se sono spostati a sinistra o a destra. Per le forie verticali teniamo conto delle posizioni delle braccia orizzontali se sono spostate verso l'alto o verso il basso.

Cilindro di Maddox:

Il cilindro di Maddox in origine era una lente cilindrica piccolissima con diametro di 3mm, costituita da una sezione neutra e da un'altra di elevata potenza, che veniva anteposta alla pupilla. Oggi è sostituita dalla **grata di Maddox**, cioè una serie di lenti piano-cilindriche che producono il medesimo effetto ottico, senza un riposizionamento così preciso sulla pupilla. Si utilizza

come mira un punto luminoso che viene guardato dal soggetto attraverso la lente; si otterrà così dissociazione, perché l'occhio sotto la lente vedrà una striscia luminosa, mentre l'altro occhio continuerà a vedere il puntino luminoso. In base poi alla posizione della striscia nei confronti del punto luminoso potremo risalire al tipo di foria presente, posizionando il cilindro di Maddox con asse orizzontale per le forie orizzontali, così che la striscia sia percepita verticale; e posizioniamo il cilindro con asse verticale per le forie verticali in modo da ottenere una striscia orizzontale.

Metodo di von Graefe:

La visione dissociata con questa tecnica, si ottiene con dei prismi che vengono utilizzati per superare la capacità del sistema motorio tanto che la fusione sensoriale diventa impossibile favorendo la comparsa della diplopia, perché l'occhio assume la posizione di foria.

La mira utilizzata in questo caso è la **carta di Sheard**. Per valutare le forie orizzontali, si antepone un prisma a base verticale che interrompa la fusione sensoriale e si orienta la mira in posizione verticale, così che la persona percepisca due strisce di lettere, una in alto ed una in basso. Se esse sono allineate c'è ortoforia. Altrimenti si valuterà e quantificherà il tipo di foria presente. Nel valutare le forie verticali invece, si utilizzerà un prisma a base nasale e si orienterà la mira in posizione orizzontale, con cui la persona riferirà di vedere due strisce, una a destra e una a sinistra, ed anche in questo caso si valuterà e quantificherà il tipo di foria presente, ottenendo come risultato finale che le strisce di lettere saranno allineate come in posizione ortoforica.

3.3 Tipologie di Strabismo

Quando in un soggetto è presente una tropia, gli assi visivi non sono mai allineati, ciò porta alla comparsa di confusione e diplopia che sono la causa principale della formazione dello **strabismo**. Infatti il soggetto strabico percepisce diplopia perché gli oggetti possono venire percepiti doppi perché le immagini si formano da punti retinici disparati.



La confusione invece, deriva dal fatto che si possono avere due tipi di diplopia come nel caso delle forie; una omonima quando l'immagine si forma dallo stesso lato dell'occhio che fornito lo stimolo visivo, oppure crociata quando l'immagine si viene a formare dal lato opposto dall'occhio che ha fornito lo stimolo. Con tale disturbo gli assi visivi non saranno mai allineati, e di conseguenza il soggetto perde la percezione della profondità nella visione stereoscopica. Possiamo dividere lo strabismo in base alla variazione dell'angolo di deviazione in:

Strabismo paretico: strabismo che deriva da una paresi o paralisi di uno o più muscoli extraoculari; di conseguenza l'angolo varia nelle diverse posizioni di sguardo ed è maggiore quando si guarda nella direzione del muscolo interessato.

Strabismo comitante o concomitante: in questo caso l'angolo di deviazione entro limiti fisiologici rimane costante in tutte le posizioni di sguardo.

Strabismo incomitante: è una situazione intermedia alle prime due, in cui l'angolo di deviazione cambia nelle varie posizioni di sguardo senza che siano presenti paresi o paralisi.

Possiamo dividere i diversi tipi di strabismo anche in base all'occhio fissante in:

Strabismo monolaterale: strabismo conseguente ad un occhio affetto da tropia, per cui la fissazione è sempre a carico dello stesso occhio .

Strabismo alternante: in questo caso la fissazione è alternata nei due occhi, per cui può comunque esistere un occhio "preferenziale".

La correzione dello strabismo viene eseguita valutando l'età del soggetto, la causa e l'entità del disturbo stesso; infatti uno strabismo di lieve entità può essere corretto con occhiali ed esercizi ortottici basati sul recupero della motilità ed agendo sulla tropia-foria che impedisce la fusione sensoriale tramite prismi, mentre su uno strabismo di grande entità è necessario eseguire un intervento chirurgico.

Capitolo 4: Disfunzioni Sensoriali della Visione Binoculare

4.1 Soppressione

La diplopia e la confusione istaurate con lo strabismo, vengono eliminate dal sistema visivo attraverso il processo di **soppressione**, cioè un meccanismo attraverso il quale i centri superiori inibiscono le informazioni disturbanti provenienti dall'occhio deviato. Il sistema visivo ricorre alla soppressione

anche in presenza di un'anisometropia non corretta o in seguito ad un'aniseiconia. In genere tale meccanismo è possibile solo nei bambini perché non hanno raggiunto ancora una completa maturazione sensoriale, passando quindi da una visione binoculare imperfetta ad una visione monoculare poiché gli stimoli visivi non riescono ad essere fusi.



Se lo strabismo si presenta in età adulta è possibile stabilire una correzione prismatica che consenta un miglioramento delle condizioni della persona; altrimenti se l'adattamento alla nuova correzione risulta essere troppo difficile per una persona abituata ad un certo tipo di "visione", per cui non vi sono miglioramenti, allora il soggetto adulto deve imparare a convivere con gli effetti disturbanti della visione binoculare.

La confusione e la diplopia si verificano per tutti i punti retinici corrispondenti, però saranno più fastidiose nella corteccia occipitale e nelle porzioni retiniche centrali che sono le zone di più alta acuità visiva. Una volta attuata la soppressione potremo riconoscere:

- a) **Uno scotoma anti-diplopico:** cioè si inibisce l'impulso proveniente dalla porzione di retina in cui si forma l'immagine dell'oggetto fissato.
- b) **Uno scotoma anti-confusionale:** cioè si inibisce l'impulso proveniente dalla regione foveale in cui si forma l'immagine di un oggetto diverso da quello fissato.

In alcuni casi, la soppressione risulta essere così profonda e radicata che i due scotomi possono unirsi dando origine ad un unico scotoma di dimensioni maggiori.

4.2 Ambliopia

Dal momento che la soppressione è possibile solo in età infantile, il protrarsi nel tempo di questo meccanismo impedirà lo sviluppo del sistema visivo, provocando un'anomalia sensoriale che prende il nome di **ambliopia**. Tale condizione si verifica quando c'è una riduzione dell'acuità visiva non imputabile ad una lesione organica sensoriale o ad una patologia del sistema visivo, che comporta il fatto che l'occhio ambliope ha una acuità visiva inferiore rispetto all'occhio adelfo. Si verifica in circa 4-5% dei bambini nella fase di sviluppo delle strutture deputate alla visione e solitamente risulta essere un processo reversibile se si interviene tempestivamente nei primi 5-6 anni di età. Viene distinta in “**ambliopia organica**” secondaria a lesioni impercettibili dei mezzi diottrici, della macula, del nervo ottico e delle vie ottiche e in “**ambliopia funzionale**” in assenza di cause diagnosticabili all'esame clinico; tuttavia recenti studi condotti sugli animali hanno dimostrato, nell'occhio ambliope, l'atrofia delle cellule del corpo genicolato laterale e una riduzione del numero di cellule corticali attivabili. Può interessare uno o entrambi gli occhi, per cui può essere definita monolaterale o bilaterale.



È possibile classificare l'ambliopia a seconda della causa in:

strabica, anisometropica e da deprivazione visiva.

L'ambliopia strabica interessa il 50% dei soggetti strabici, è monolaterale e si instaura in corrispondenza dell'occhio deviato. È dovuta al fenomeno della soppressione che si verifica in quanto, essendo presente una deviazione dell'occhio, le immagini retiniche che si formano nella visione binoculare non possono essere fuse in un'immagine unica a livello corticale. Di conseguenza per evitare il fenomeno della diplopia e confusione, il soggetto tenderà a sopprimere una delle due immagini (quella dell'occhio deviato) conducendo progressivamente ad un suo mancato utilizzo (occhio ambliope o pigro). Negli strabismi alternanti questo non avviene, poiché la soppressione si alterna nei due occhi dando modo all'acuità visiva di svilupparsi.

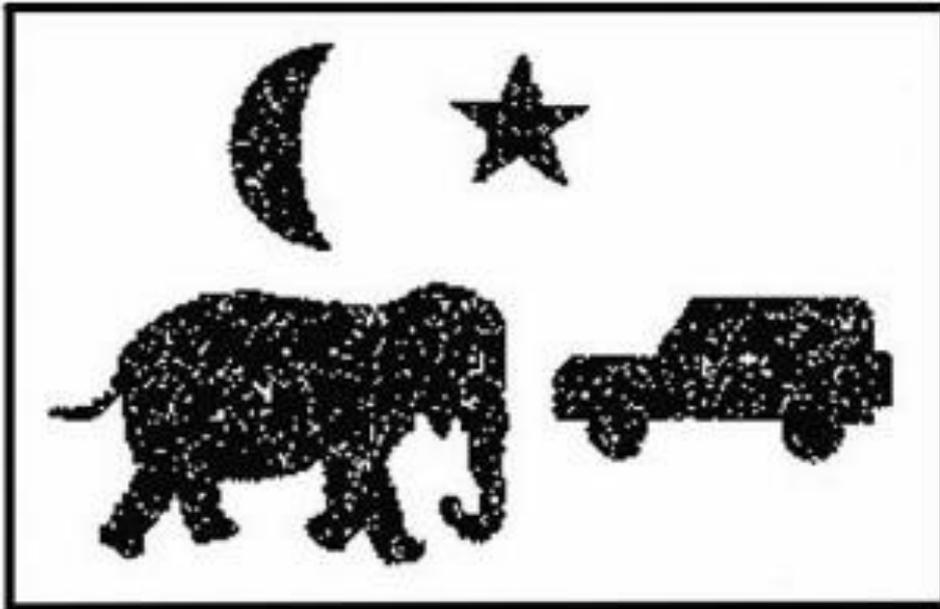
L'ambliopia anisometropica si verifica quando c'è una differenza dello stato refrattivo dei due occhi di almeno 1.50-2.00 diottrie, ciò è molto più frequente in presenza di anisometropie ipermetropiche. Questo tipo di ambliopia può essere associata a quella precedente strabica, poiché l'immagine dell'occhio più ametropo viene soppressa a livello della corteccia occipitale abolendo quindi la visione binoculare, tanto che risulta difficile

capire quale delle due cause abbia provocato l'ambliopia. Una soppressione può comunque instaurarsi anche con un'anisometropia corretta con lenti oftalmiche a causa della aniseiconia che questo mezzo correttivo introduce. **L'ambliopia da deprivazione visiva** si verifica in presenza di qualsiasi ostacolo anatomico o patologia oculare (ptosi palpebrale, cataratta congenita, etc) che non permette una stimolazione retinica sufficiente. Può essere sia monolaterale che bilaterale; nella prima forma se la fusione sensoriale e motoria vengono a mancare si instaura uno strabismo più o meno evidente, nelle forme bilaterali se il visus è inferiore ai 2/10 e la patologia si è instaurata entro il secondo anno di vita, si verifica assenza di fissazione e si manifesta un nistagmo sensoriale spesso pendolare, cioè un movimento oscillatorio involontario dell'occhio continuo e costante.

Allo scopo di ottenere un recupero funzionale completo è fondamentale una diagnosi precoce e l'inizio rapido di un trattamento adeguato. Da un punto di vista pratico per la diagnosi è sufficiente stabilire che vi sia una riduzione ed una differenza del visus tra i due occhi di 2/10 dopo aver effettuato un'adatta correzione del difetto refrattivo. Ciò è possibile soltanto se il paziente è collaborante; nel caso di bambini al di sotto dei 3-4 anni risulta necessario utilizzare segni indiretti come: assenza di alternanza nello strabismo (il bambino fissa sempre con lo stesso occhio mentre quello ambliope risulta deviato), reazione del paziente alla copertura dell'occhio fissante (spesso pianto) e mancata reazione alla copertura dell'occhio ambliope, valutazione della refrazione mediante schiascopia. Dato che la fissazione risulta instabile in tutte le forme per l'instaurarsi in presenza di strabismo della **fissazione eccentrica** parafoveale, paramaculare o periferica, è fondamentale a iniziare il trattamento prima possibile per ottenere risultati positivi. È necessario individuare

ed eliminare tutte le possibili cause quali fattori di deprivazione (cataratta, ptosi), anisometropie e strabismo ed effettuare quindi un trattamento riabilitativo. Per verificare la presenza dell'ambliopia in un bambino, o qualsiasi soggetto, si può utilizzare il **test di Lang**.

Test di Lang:



E' una tecnica che si esegue a 35-40 cm di distanza in una condizione di luce che non disturbi il soggetto in cui viene proposta una tavola formata da tre oggetti facilmente riconosciuti dai bambini: un gatto, un'automobile, una stella, che sono situate dietro una fitta serie di piccoli cilindri trasparenti che funzionano a guisa di doppi prismi affrontati per la base in modo da deviare sempre verso il corrispettivo occhio la parte della figura ad esso destinata. E' un test semplice che va effettuato in binoculare, perché questi stereogrammi in visione monoculare non rivelano alcun contorno mentre in visione binoculare le aree che producono una disparità orizzontale vengono viste in rilievo. Il test si ritiene adeguato anche per soggetti di piccola età nel momento in cui il soggetto cerca di afferrare le figure. Questo tipo di test di Lang si chiama **stereotest 1**.

Esiste anche uno **stereotest 2**, dove gli oggetti sono un'auto, un elefante ed un quarto di luna visibili solo in binoculare ed una stella percepita anche in monoculare ma che appare in rilievo solo se utilizza la visione binoculare normale. Questo test è utilizzato per essere alternato al primo per evitare la memorizzazione delle immagini. Il cardine del processo riabilitativo trova il suo fondamento nella "penalizzazione" dell'occhio migliore al fine di stimolare l'occhio ambliope, tramite occlusione dell'occhio fissante con una benda adesiva o cerotto per un tempo variabile in base alla gravità della condizione. Se la diagnosi ed il trattamento riabilitativo avvengono precocemente (entro i 4 anni), ci sono ottime possibilità di ottenere un recupero visivo soddisfacente, cosa che non accade quando la diagnosi avviene tardivamente oltre il 5-6 anno di vita. Esistono comunque casi dove il recupero si può ottenere anche dopo il sesto anno di età.

4.3 Corrispondenza retinica anomala e Fissazione eccentrica

Il sistema visivo può reagire alla confusione e alla diplopia generate dallo strabismo, instaurando una nuova correlazione tra le due retine: gli elementi retinici corrispondenti, perdono la loro direzione visiva comune, che viene acquistata da elementi retinici disparati. Cioè può accadere che la fovea dell'occhio fissante diventa corrispondente con un elemento retinico periferico dell'occhio controlaterale in cui si forma l'immagine dell'oggetto osservato, ottenendo una completa riorganizzazione della corrispondenza sensoriale delle due retine e del sistema visivo. Nonostante la **corrispondenza retinica anomala** rifletta il tentativo di riprodurre un'adeguata cooperazione tra i due occhi, non permette mai di raggiungere il livello di visione binoculare ottenibile con la corrispondenza retinica normale; si determina

una vera e propria corrispondenza tra elementi retinici con un'acuità visiva molto diversa tra loro, come appunto la fovea per un occhio e un elemento periferico nell'altro occhio, che ovviamente ha una capacità di riproduzione di un'immagine molto più bassa. Tale disfunzione può verificarsi in caso di strabismo precoce, quando l'angolo di deviazione è costante e non possiede un'ampiezza molto elevata.

La **Fissazione eccentrica** è un'anomalia monoculare, in cui l'immagine dell'oggetto fissato non va a formarsi sulla fovea, ma in una zona retinica circostante che prende il nome di **pseudofovea**. Questa situazione può essere causata da un'ambliopia strabica o da una patologia maculare le quali, provocando una riduzione della funzionalità della regione centrale, costringono il soggetto a fissare con una zona retinica eccentrica. L'eccentricità di fissazione può anche derivare dalla corrispondenza retinica anomala: l'elemento retinico corrispondente alla fovea dell'occhio fissante, diventa la pseudofovea dell'occhio deviato in visione monoculare.

4.4 Tecniche riabilitative

Visual training:



E' una tecnica di ginnastica oculare specifica formata da molteplici esercizi, che aiuta a mantenere una postura corretta, a leggere meglio, più velocemente, senza stancarsi e senza creare tensioni ai muscoli della testa, del collo, delle spalle e della schiena in generale; in particolare serve a migliorare le abilità visive supersollecitate ed ad alleviare i disturbi astenopeici che condizionano lo studio e il lavoro di un individuo. Gli esercizi da svolgere sono molteplici, ma date le disfunzioni citate andremo a considerare alcuni dei più rappresentativi.

-Il primo esercizio consiste nel fissare un punto del proprio viso come la fronte, il naso, la bocca, ed abbassare il mento fino al limite possibile e poi sollevare il mento mantenendo lo sguardo fisso, stessa cosa verso il lato destro e poi sinistro. Si possono utilizzare anche diverse angolazioni e allenare quelle posizioni dove si ha maggiore difficoltà. Quindi lo sguardo è fisso e la testa si muove in tutte le direzioni.

-Il secondo esercizio consiste invece nel mantenere ferma la testa e fissare diversi punti nello spazio. In prima fase si può fissare verso l'alto, il basso, destra e sinistra e poi nelle angolazioni alte e basse.

-Il terzo esercizio si chiama **Pencil Push-Up**, consiste nel fissare una penna che si tiene davanti agli occhi con una mano a una distanza di circa 20-25 cm, con il paziente seduto, alzato o sdraiato (a seconda delle esigenze); la penna va tenuta davanti al viso con il braccio inizialmente disteso in modo che il soggetto possa concentrarsi sul bersaglio, che va poi avvicinato man mano al naso finché il paziente non vede la mira sdoppiata. A quel punto la mira va riposta in posizione iniziale e l'esercizio va ripetuto per circa 10 minuti.

-Il quarto esercizio consiste nel chiudere ed aprire le palpebre velocemente per circa 15-20 secondi. Tenere poi gli occhi chiusi per alcuni secondi, serrandoli energicamente e riaprirli tenendoli ben spalancati per qualche secondo.

-Un quinto esercizio che possiamo associare agli altri è la **Corda di Brock**:



La corda di Brock viene comunemente utilizzata durante il trattamento dell'insufficienza di convergenza e altre anomalie della visione binoculare per sviluppare abilità visive di convergenza. Questo strumento consiste in una corda lunga circa 3,5 metri con tre palline di colore diverso distanziate tra loro, di cui una pallina rossa posizionata all'estremità più lontana della corda ed una verde più vicina al naso. Un'estremità della corda viene legata ad un punto fisso mentre l'altra è legata alla cresta nasale del soggetto stesso. Il soggetto viene invitato ad osservare le palline, a seconda di quale sta fissando, si avranno percezioni diverse. Se il soggetto osserva la pallina rossa, all'estremità della corda, dovrebbe vedere due corde che formano una "V", nel caso

in cui osserva una sola corda vuol dire che sta utilizzando un solo occhio e quindi bisogna occludere alternativamente gli occhi fino a quando non si percepisce la V. Una volta che il soggetto è in grado di percepire le due corde noterà la presenza di due palline verdi. Se il soggetto osserva la pallina verde in prossimità del naso, dovrebbe vedere due corde che si incrociano formando una "X" e noterà la presenza di due palline rosse all'estremità della corda. Il soggetto è invitato a spostare lo sguardo alternativamente dalla pallina rossa a quella verde per due/tre volte. Una volta che il soggetto ha maturato la consapevolezza dei vari meccanismi di convergenza è possibile rimuovere le palline dalla corda

E' importante ripetere gli stessi esercizi più volte nel tempo per alcune settimane o mesi in modo da effettuare un efficace allenamento al fine di ripristinare la corretta visione binoculare.

Sinottoforo



E' un apparecchio particolarmente gradito ai bambini perché lo vedono come un gioco. E' dotato di due oculari attraverso i quali il paziente vede due lastre con delle figurine e delle manopole

mediante le quali si possono muovere le immagini viste. Tramite questo strumento l'ortottista è in grado di "quantificare l'angolo" di deviazione dell'asse degli occhi (se presente strabismo o eteroforie), inoltre è possibile valutare il grado di stereopsi, di fusione e di convergenza, se vi fossero insufficienze.

Test di Worth



È un metodo di esame con il quale si stabilisce in modo rapido se è presente diplopia o soppressione. Esso si basa sul principio dell'impossibilità di riconoscere una sorgente luminosa rossa o verde se si antepongono agli occhi vetri di colore complementare. Con degli occhiali polarizzati con filtri rosso/verde davanti agli occhi si fanno osservare al paziente 4 dischi colorati posti a croce. Se il paziente ha visione binoculare singola vede 4 dischi così come sono in realtà. Se vi è visione binoculare non più singola i dischi visti dal paziente sono 5: 3 verdi e 2 rossi più o meno separati. Se il paziente sopprime con un occhio, i dischi visti saranno solo 2 rossi o solo 3 verdi in dipendenza del colore anteposto all'occhio che non sopprime. L'esame con i dischi di Worth non deve essere condotto solo a distanza, ma anche per vicino ad esempio mediante l'utilizzo di una torcia elettrica sulla

cui testata possono venire riprodotti, con carta nera e vetri colorati opportuni, i quattro cerchi di Worth nella loro posizione a croce.

Conclusioni:

La visione binoculare è un processo fondamentale che sta alla base dell'uomo, poiché viene sfruttata per compiere azioni quotidiane apparentemente semplici come la lettura, capacità di concentrazione ed apprendimento del mondo che ci circonda. Quindi la stesura di questa tesi ha avuto il fine di raccogliere informazioni sulle eventuali disfunzioni che non permetterebbero ad un individuo di relazionarsi con la società, con altre persone e quindi con l'intero mondo esterno. Per cui sarebbero necessari i trattamenti optometrici affrontati al fine ricercare il tipo di deficit personale. E' opportuno quindi svolgere periodici accertamenti sulla vista, in modo da prevenire eventuali problemi che se non analizzati in maniera precoce, rischiano di divenire rischiosi o permanenti. La figura dell'ottico-optometrista affiancata a quella dell'oculista e dell'ortottista è fondamentale quindi per poter usufruire di mezzi ottici correttivi affinché un individuo affetto da alcune disfunzioni visive, possa vivere senza apprensioni e paure il mondo esterno alla sua zona comfort.

Ringraziamenti

Con poche righe desidero ringraziare il Professore Salvatore Abys per la sua disponibilità, gentilezza e conoscenze che mi ha trasferito nei suoi corsi e nella stesura di questa tesi. Un doveroso e sentito ringraziamento va a mio fratello e ai miei genitori, per

avermi supportato nei momenti più duri di questo percorso, per i loro insegnamenti che mi hanno reso quello che sono oggi, per avermi dato la possibilità di affrontare questa carriera universitaria e per tutti gli sforzi e sacrifici che fanno ogni giorno nella loro vita per me, che spero di ricompensare. Ringrazio la mia famiglia e tutti i miei amici che comunque moralmente mi hanno soccorso tante volte in questa strada, tutti i presenti e tutti quelli che non hanno potuto esserci ma che mentalmente vorrebbero essere comunque qui.

Un ringraziamento sento di doverlo anche a me stesso per l'impegno, la tenacia e la determinazione di riuscire a portare a termine un progetto, un percorso che indirizzerà la mia carriera lavorativa futura. Posso esser fiero di aver raggiunto il mio vero e proprio primo traguardo.

Grazie di cuore a tutti.