

Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Area Didattica di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Dipartimento di Fisica “Ettore Pancini”



Laurea triennale in Ottica e Optometria

Controllo dell'equilibrio muscolare nella visione da vicino

Relatori:

Prof. Michele Gagliardi

Candidato:

Carmela Mennella
Matricola M44/549

A.A. 2020/2021

A mia mamma.

Al mio papà.

INDICE

Introduzione	pag.	1
CAPITOLO 1: VISIONE BINOCULARE E MUSCOLATURA	pag. 2	
1.1: Muscolatura e visione bioculare e binoculare.....	pag. 2	
1.2: I tre gradi della fusione.....	pag. 3	
1.3: Anomalie della visione binoculare.....	pag. 4	
CAPITOLO 2: ETEROFORIE.....	pag. 5	
2.1: Descrizione e particolarità.....	pag. 5	
2.2: Classificazione dell'eteroforia.....	pag. 6	
2.3: Cause dell'eteroforia.....	pag. 8	
2.4: Valori di eteroforie.....	pag. 9	
2.5: Lag accomodativo.....	pag. 10	
2.6: Sintomatologia.....	pag. 10	
2.7: Compensazione.....	pag. 11	
CAPITOLO 3: TEST CHE INDAGANO LE FORIE.....	pag. 12	
3.2: Cover test.....	pag. 12	
3.3: Dissociazione prismatica a base verticale.....	pag. 13	
3.4: Metodo di Maddox.....	pag. 14	
3.5: Test polarizzati o anaglifici.....	pag. 14	
3.6: Test utilizzati.....	pag. 17	
CAPITOLO 4: IL PROCESSO ACCOMODATIVO.....	pag. 19	
4.1: L'accomodazione.....	pag. 19	
4.2: Rapporto AC/A.....	pag. 20	
4.3: Ampiezza accomodativa.....	pag. 21	

CAPITOLO 5: LO STUDIO.....	pag. 22
5.1: Lo scopo.....	pag. 22
5.2: Soggetti.....	pag. 22
5.3: Procedura d'anamnesi.....	pag.22
5.4: Il metodo.....	pag. 23
5.5: Risultati.....	pag. 24
5.6: Discussione.....	pag. 28
5.7: Conclusione.....	pag. 29

CONTROLLO DELL'EQUILIBRIO MUSCOLARE NELLA VISIONE DA VICINO.

INTRODUZIONE

L'interesse verso l'argomento oggetto di elaborazione nasce in maniera palese nel periodo attuale poiché influenzato essenzialmente dalla pandemia causata da Covid-19. Questa ha costretto studenti (6,9 milioni in DAD a marzo 2021) e lavoratori a rapportarsi, studiare, lavorare, attraverso l'utilizzo di uno schermo.

Questa condizione di attività era già in uso in momenti antecedenti la situazione pandemica e i problemi visivi legati all'utilizzo di tecnologie informatiche, erano già abbondantemente noti. L'utilizzo costante e continuo di smartphone, tablet, pc e dispositivi simili, determina alterazioni che purtroppo non risultano essere immediate ma si manifestano col passare del tempo e spesso non si associano i danni visivi con questo tipo di comportamento.

Il primo sintomo che può comparire, a causa di una visione prolungata e a breve distanza, è il mal di testa o la diminuzione della qualità visiva temporanea; entrambi sono una conseguenza dell'eccessivo lavoro a carico del sistema diottrico oculare e di tutte le strutture annesse alla vista.

Oltre all'affaticamento del cristallino, per opera del muscolo ciliare, nella visione prolungata da vicino entra in gioco anche il lavoro sproporzionato dei muscoli retto laterale e mediale che hanno il compito di effettuare movimenti di vergenza; questi sforzi possono entrare in conflitto con un eventuale stato *eteroforico* che può essere già presente in un soggetto o, ancor peggio, una errata correzione da lontano, può indurre il soggetto ad un'alterazione di uno preesistente; non ultima vi è da considerare l'azione dannosa svolta dalla luce blu emanata dal tipo di luce della predetta strumentazione.

L'apparato visivo dell'uomo è capace di rispondere alla maggior parte delle sue necessità visive: permette di poter guardare a lunga e breve distanza ed in qualsiasi direzione; tutto questo grazie ai *muscoli intrinseci ed estrinseci* dell'occhio; ciò considerando che il sistema visivo è *binoculare*.

CAPITOLO 1

VISIONE BINOCULARE E MUSCOLATURA

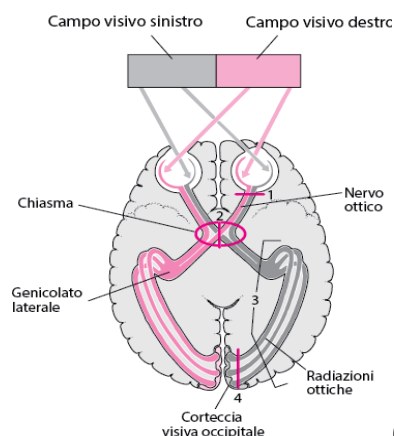
1.1 Muscolatura e visione bioculare e binoculare.

Il sistema visivo dell'uomo è creato in modo tale da avere una collaborazione dei due occhi, con il vantaggio di avere un maggiore e miglior campo visivo. Questo è possibile grazie all'anatomia dei due occhi i quali sono distanti l'uno dall'altro di circa 6-7 cm quindi è chiaro che fissando un punto nello spazio, prima con un occhio aperto e poi con l'altro, avremo che le due stimolazioni percepite dai due occhi, separatamente, sono leggermente diverse.

In sostanza ogni occhio è in grado di recepire una stimolazione in maniera separata e nello stesso momento; ciò determina una funzione autonoma che prende il nome di *biocularità*.

La visione *binoculare*, invece, è garantita dal fenomeno della *fusione* che avviene nella *diciassettesima area striata di Brodmann* (corteccia visiva). E 'qui che la traduzione degli stimoli elettrici e nervosi provenienti dalle retine dei due occhi, consente una percezione visiva cosciente di una sola immagine.

Gli stimoli giungono a quest'area cerebrale attraverso i nervi ottici che, partendo dalle retine decussano all'altezza del *chiasma ottico* (Fig.1) per poi giungere all'area cerebrale su indicata. La caratteristica principale è che l'impressione visiva che si rivela è paragonabile a quella di una visione di un unico occhio posto al centro della testa per cui, spesso, si parla di *visione ciclopica*. Questa particolare conformazione e fisiologia conferisce al sistema visivo diverse abilità tra cui una fondamentale che prende il nome di *visione stereoscopica*.



(Fig.1)

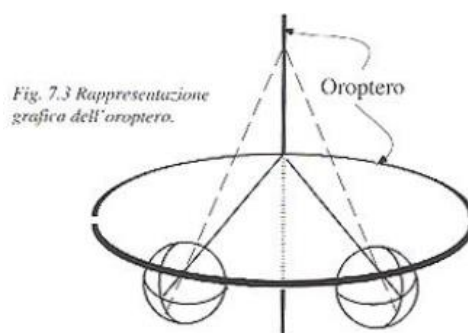
1.2: I tre gradi della fusione

Fondamenta della visione binoculare sono i tre gradi della fusione:

- I) *Percezione simultanea (biocularità)*: percezione visiva contemporanea ma separata dei due occhi.
- II) *Binocularità*: percezione contemporanea ma non separata dei due occhi.
- III) *Stereopsi*: è la tridimensionalità data proprio dalla fusione delle due immagini con prospettive diverse (*manuale di optometria e contattologia, Anto Rossetti, Pietro Gheller*).

Il presupposto fondamentale per una percezione binoculare e soprattutto singola è che la direzione degli assi visivi di entrambi gli occhi siano direzionati sullo stesso punto di osservazione, questo farà sì che vengano stimulate aree retiniche corrispondenti.; quando questo avviene, di conseguenza ci saranno altri punti intorno che andranno a formare immagini su altre aree e saranno tutte viste singolarmente, dando luogo ad uno spazio virtuale detto *Oroptero* (Fig.2).

La fusione si distingue in: *motoria*, ovvero il lavoro dei muscoli nel posizionare su aree retiniche corrispondenti le stimolazioni dell'oggetto osservato; fusione *sensoriale*, ovvero la capacità psichica di ottenere una sola immagine risultante a partire da due distinte stimolazioni retiniche. In questo meccanismo di allineamento, entra in gioco anche la *muscolatura tonica* dell'occhio, il cui ruolo è quello di mantenere una contrazione lunga e duratura nel tempo, come a dare sostegno all'occhio; a differenza della *muscolatura fasica*, la quale permette di compiere movimenti brevi di movimento e non duraturi.



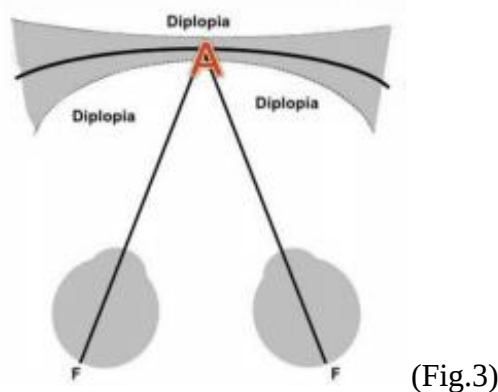
(Fig. 2)

1.3 Anomalie della visione binoculare

I presupposti per una visione binoculare sono:

- 1) l'allineamento degli assi visivi che permettono di formare stimolazioni su aree retiniche corrispondenti;
- 2) l'accomodazione che permette di formare stimolazioni focalizzate sulla retina grazie al cristallino, al variare della distanza di osservazione.

Avendo sopracitato l'oroftoro, i punti all'esterno di questo saranno percepiti come doppi creando una *diplopia* (Fig.3) che risulta essere *fisiologica*, in cui viene a mancare l'equilibrio tra la funzione sensoriale e quella motoria, i punti retinici stimolati saranno diversi e quindi il cervello non riesce a fonderle, ottenendo come risultato una visione doppia. Le anomalie della visione binoculare sorgono nel momento in cui, per qualsivoglia motivo, uno dei due punti appena descritti viene a mancare. Con il termine *ortoforia* si fa riferimento all'allineamento degli assi visivi su un oggetto e nell'eventualità che questa condizione non avvenga, gli occhi mostreranno una *eteroforia* (o strabismo latente) o altrimenti una *eterotopia* (strabismo manifesto).



CAPITOLO 2:

ETEROFORIE

2.1 Descrizione e particolarità.

Come prima esposto, il compito dell'apparato muscolare estrinseco è quello di orientare gli occhi sul medesimo oggetto di osservazione. Nell'eventualità che ciò non accada si può manifestare una deviazione dell'occhio rispetto alla normale posizione nella binocularità: il soggetto non presenta ortoforia.

Dal momento in cui l'ortoforia non è presente, quindi, si possono avere due condizioni ben distinte:

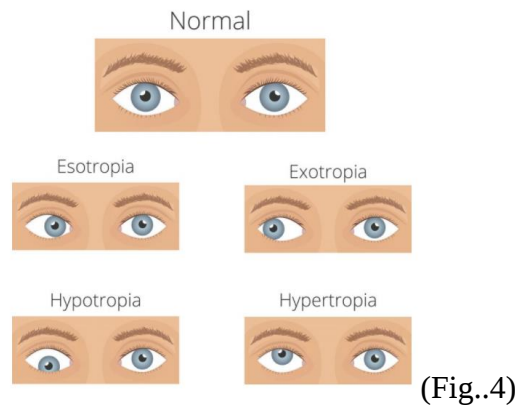
- Eteroforia o strabismo latente: con questo termine si fa riferimento a quel tipo di disallineamento degli assi visivi, mascherato dall'abilità del sistema nervoso centrale (SCN) di fondere le immagini percepite. In questo caso la deviazione comprende entrambi gli occhi e maggiormente quello non dominante

“Quando il soggetto con eteroforia cambia la fissazione, l'occhio dominante raggiunge la posizione rapidamente mentre quello non dominante acquisisce la posizione con lieve ritardo.”¹

- Eterotropia o strabismo manifesto: anche sconosciuto semplicemente col termine *strabismo*, si riferisce a quella deviazione che interrompe la visione binoculare a causa di uno occhio visibilmente deviato rispetto all'altro che risulta diretto verso l'oggetto. (Fig..4) In questo caso la deviazione sarà a carico di un solo occhio.

In conclusione la deviazione appare evidente se si tratta di tropie, mentre nelle forie il soggetto ha un aspetto normale.

¹ ¹Anto Rossetti-Pietro Gheller, “Manuale di optometria e contattologia – 2^a ed.”, Zanichelli editore, 4772, pag. 162



In particolar modo la deviazione latente è legata a:

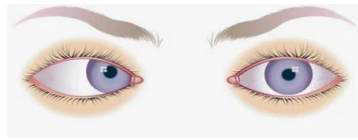
- a) una distanza specifica: il soggetto può presentare una condizione di eteroforia o ortoforia diverse, a seconda della distanza di fissazione;
- b) posizioni specifiche: assumere una postura scorretta, in cui i motivi possono essere molteplici; può avere ripercussioni non solo sull'equilibrio visivo generale, ma anche sullo stato eteroforico. (Fig. 5)



2.2 Classificazione dell'eteroforia.

Le eteroforie si possono distinguersi in tre distinti gruppi:

- Orizzontali, (deviazione nasale o tempiale):
 - *Esoforia*, condizione in cui gli occhi tendono ad iperconvergere, fissando quindi un punto più vicino di quello di riferimento. Quando a prevalere è il muscolo mediale in dissociazione l'occhio appare deviato verso l'interno. Questo accade maggiormente in casi di ipermetropia non corretta, oppure miopie elevate. (Fig. 6)



(Fig..6)

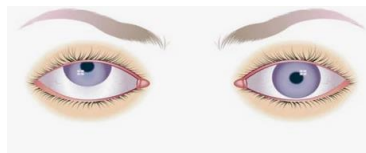
- *Exoforia*, condizione in cui gli occhi tendono ad ipoconvergere, fissando quindi un punto più lontano di quello di riferimento. Quando a prevalere è il muscolo laterale in dissociazione l'occhio appare deviato verso l'esterno. Questo accade maggiormente in casi di miopia non corretta. (Fig.7)



(Fig..7)

- Verticali (deviazione in alto o in basso):

- *Iperforia destra o ipoforia sinistra*, L'occhio destro fissa un punto più in alto rispetto all'occhio sinistro e viceversa. (Fig. 8)



(Fig.8)

- *Iperforia sinistra o ipoforia destra*, l'occhio destro fissa un punto più basso rispetto all'occhio sinistro e viceversa. (Fig.9)



(Fig.9)

- Torsionali (considerando la parte superiore degli occhi, come alle ore 12) :

- *Incicloforia*, durante la fissazione hanno tendenza a ruotare verso il naso attorno all'asse anteroposteriore.

- *Excicloforia*, durante la fissazione hanno tendenza a ruotare verso le tempie attorno all'asse anteroposteriore.

Le deviazioni orizzontali sono di maggiore interesse clinico e sono anche quelle più comuni dato che sono legate sia alla condizione refrattiva dell'occhio che all'accomodazione. Un'altra piccola precisazione possibile tra esoforia ed exoforia è che la prima è considerata una condizione *attiva* dato che la convergenza è possibile volontariamente; mentre per quanto riguarda l'exo è sì la condizione di riposo fisiologicamente divergente, ma la divergenza come meccanismo non pare sia possibile volontariamente, quindi è considerata una condizione *passiva*.

2.3 Cause dell'eteroforia

Le eteroforie sono “imperfezioni” di una complessa struttura quale l'apparato visivo ed indubbiamente le sue cause si possono attribuire a svariati fattori.

Nell'analisi eziologica si possono riconoscere cause primarie quali: cause refrattive, innervative ed anatomiche, le prime due sono tra quelle più comuni ma tutte possono presentarsi singolarmente o anche insieme.

- Con *cause refrattive* s'intendono le varie condizioni di ametropia
- Con *cause innervative* si intendono una serie di anomalie a livello neuro-sensoriale:
 - relazione tra convergenza e accomodazione (AC/A eccessivo o insufficiente)
 - anomalie nell'innervazione;
 - anomalie nella trasmissione o percezione visiva.
- Con *cause anatomiche*, invece, sono quelle legate alla struttura anatomica ossea dell'orbita, le variazioni della posizione dei muscoli.

E' possibile distinguere alcune cause e secondarie o acquisite delle forie orizzontali:

- Esoforia
 - *Ipermetropia non corretta*, o anche ipermetropia ipocorretta in soggetti giovani

- *Miopia elevata*, in questo contesto il soggetto essendo molto miope tende ad avvicinare di molto l'oggetto di osservazione inducendo una maggiore convergenza e accomodazione;
- *spasmo di accomodazione* (o eccesso di accomodazione) che si ha rispetto ad una determinata distanza di osservazione. Si verifica quando è molto prolungata la visione da vicino, che si tratti di lettura, pc o lavoro. Il muscolo ciliare rimane anormalmente contratto, e ciò comporta una visione sfocata, tanto che si può chiamare questo fenomeno anche *pseudomiopia*;
- l'inizio della *presbiopia*, dato che la riduzione di capacità accomodativa che si manifesta in soggetti raggiunti i 40 anni, induce un eccesso di convergenza.
- *Rapporto AC/A elevato*, ossia il legame che esiste tra accomodazione e convergenza ed indica la quantità di convergenza accomodativa indotta dallo stimolo accomodativo. L'argomento sarà descritto approfonditamente nei capitoli seguenti.
- *Exoforia*,
 - *Presbiopia avanzata*, al contrario di ciò appena citato, qui si verifica una condizione di perdita della convergenza accomodativa.
 - *Miopia non corretta*, c'è scarsa capacità di accomodazione e conseguentemente una divergente posizione degli assi visivi.
 - Condizioni di *astigmatismo elevato* o anche *anisometropia*, una elevata differenza di potere dei due occhi così come una visione distorta dovuta dall'astigmatismo non permette una corretta messa a fuoco né visione nitida.
 - *Rapporto AC/A ridotto*

2.4 Valori di eteroforie.

Nei casi di eteroforia in fissazione binoculare, gli occhi sono capaci di recepire la stessa mira nel momento in cui è il riflesso di fusione sensoriale (corticale) ad intervenire che “chiama” quello motorio, facendo in modo da indirizzare l'occhio dalla parte opposta alla direzione eteroforica (recupero), compensando la foria.

La fisiologia dell'organismo umano è soggetto a molteplici variazioni data la sua sensibilità generale anche dovute a fattori esterni, stress e stanchezza, o anche farmaci, questo fa sì che non si può far riferimento ad un intervallo di valori standard riguardante le forie, ma ci si può attenere ad una serie di valori che rientrano nella “normalità” dove con questo termine ci si riferisce ad una maggior frequenza di risultati durante i test per la verifica delle forie. La condizione media che è possibile ritenere fisiologica, generalmente accettata in distanza, è quella di ortoforia o leggera exoforia, mentre in visione prossimale si ha una moderata exoforia (4-8 dtp), riferendosi ovviamente a quelle orizzontali; questa situazione appena descritta trova conferma anche in altri fenomeni quali il *lag accomodativo* prossimale. Mentre le forie verticali sono spesso associate a quelle orizzontali e raramente si verificano da sole sono più difficili da compensare dal momento in cui la capacità del sistema fusionale in verticale è di 3 dtp, si può quindi dedurre che anche scompensi verticali di bassa entità possono dare fastidi o problemi.

Cambiamenti e variazioni delle forie possono essere causa di effetti indotti da lenti, che siano occhiali o lenti a contatto, come errori di centratura ed effetti prismatici. (Questo argomento sarà approfondito nei prossimi capitoli.)

2.5 Lag accomodativo.

Avendo citato il lag accomodativo, si ricorda che il corpo umano vive in modo tale da impiegare minimo consumo di energie per un massimo rendimento; convenzionalmente si assume che la risposta accomodativa è considerata uguale all'inverso della distanza di sguardo (es. distanza 40 cm = risposta accomodativa 2.50 dt) ed ancora oggi, spesso, si fa riferimento a questa logica ma ciò è stato smentito, infatti il valore è inferiore a 2.50 dt di una range che è proprio il *lag accomodativo*, di circa 0.50 dt. Ciò accade quando il sistema visivo mette in atto la minima quantità di accomodazione sufficiente per poter avere una nitida visione prossimale.

2.7: Sintomatologia

A seconda della sintomatologia è possibile riconoscere se si tratta di una esoforia o exoforia.

- Esoforia:

- 1) le immagini lontane tendono a sdoppiarsi
- 2) mal di testa localizzato sulla fronte
- 3) nel passaggio da visione prossimale a distale si avverte annebbiamento

4) se il soggetto è miope potrebbe avvertire fastidio con gli occhiali

5) fastidio nella lettura

Come già discusso in precedenza, questa condizione è causata da un'eccessiva convergenza con una deviazione degli occhi verso l'interno; l'attenzione deve essere volta anche alla vita privata del soggetto che lamenta questi disturbi poiché uno stato emotivo, conseguenza di traumi o situazioni difficili, può condurre all'esoforia che rappresenta, in specifici casi, un atteggiamento di "chiusura" verso l'esterno e conseguentemente si ha anche la restrizione del proprio spazio visivo.

- Exoforia:

1) posizione anomala di testa o collo per evitare la visione doppia

2) chiusura di un occhio nella visione prossimale

3) difficoltà di concentrazione

4) cefalea

5) lacrimazione

E' d'obbligo ricordare che gli occhi tendono a deviare verso l'esterno a causa di una insufficienza di convergenza o eccesso di divergenza; quando è presente l'exoforia a causa di quest'ultima si verifica una buona capacità di convergenza da vicino ma una visione disturbata da lontano, in particolar modo un occhio può perdere il controllo e deviare esternamente.

2.8: Compensazione

Nei soggetti ametropi adeguatamente corretti e in quelli emmetropi, la foria non necessita di correzione se è asintomatica, ovvero se il sistema di vergenza è in grado di allineare gli assi visivi (compensazione motoria).

Generalmente la foria è compensata dalla capacità del sistema visivo sia di *adattarsi sensorialmente* ovvero creare una alterata corrispondenza retinica, oppure sospensione o soppressione nei casi più gravi; sia di rendere indipendenti i movimenti di vergenza e accomodazione, quindi di tenere gli assi visivi allineati sul punto di fissazione senza variare l'accomodazione. L'eventuale correzione prismatica di compensazione di una eteroforia può venire posta indifferentemente su uno dei due occhi, o divisa tra entrambi.

CAPITOLO 3

I TEST CHE INDAGANO LE FORIE.

3.1: Test

Molteplici sono i test che indagano e quantificano l'eteroforia: ad accomunarli tutti è la dissociazione della visione binoculare che, in un modo o nell'altro, agendo sulla fusione motoria farà in modo che i due occhi recepiscono contemporaneamente due immagini diverse non fusibili. In breve, le forie sono rilevabili eliminando l'azione del sistema fusionale motorio ed è possibile farlo attraverso quattro tipologie di "rotture" diverse:

1. Cover test
2. Prismi a base verticale
3. Cilindri di Maddox
4. Filtri anaglifici o polarizzati

3.2 Cover test:

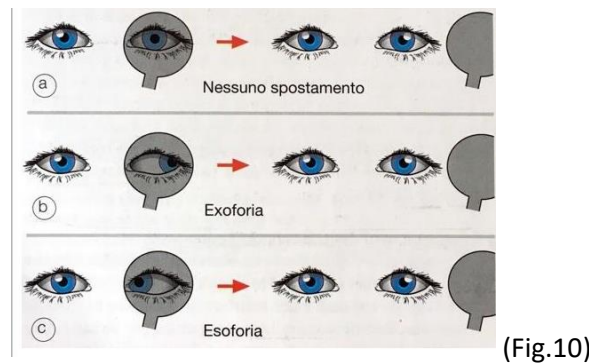
Il Cover test è basato su un meccanismo di copertura di un occhio la quale, interrompendo la binocularità, mostra un eventuale allineamento dell'occhio che ha la deviazione con l'altro che invece non la presenta.

Si effettua facendo fissare al soggetto una mira posta ad una distanza di circa 40 cm e alla stessa altezza degli occhi; coprendo un occhio del soggetto con un occlusore viene chiesto di fissare con l'occhio aperto la mira scelta, lasciando passare qualche secondo si scopre l'occhio e si copre l'altro. Si noterà se, dopo aver scoperto l'occhio, questo presenta un movimento di recupero nel fissare la mira. Ricordando che il movimento di recupero è sempre opposto alla deviazione:

- se non è presente nessun movimento, il soggetto è *ortoforico*.(Fig.10A);

- se il movimento di recupero è verso il naso, il soggetto è *exoforico* (Fig.10b);

- se il movimento di recupero è verso la tempia, il soggetto è *esoforico* (Fig.10c).



(Fig.10)

3.3: Dissociazione prismatica a base verticale.

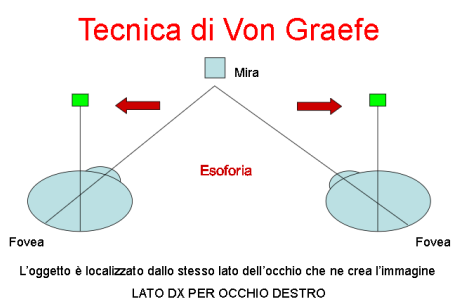
Con prismi dissocianti a base verticale è possibile valutare esclusivamente una condizione di foria orizzontale. Come si è già anticipato, queste risultano essere tra quelle più comuni e che il nostro sistema oculare più riesce a compensare.

3.3.1: Test Von Graefe

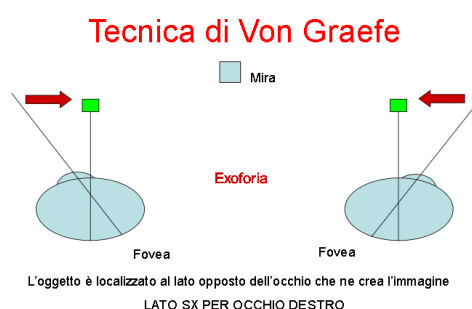
Una tecnica semplice e funzionale è quella di *Von Graefe*: viene effettuata antepo- nendo all'occhio dominante un prisma a base verticale (che sia base alta o base bassa) di 6 dtp, in questo modo la mira sarà percepita dal lato opposto rispetto alla base: l'immagine apparirà proveniente dal basso se il prisma sarà a base alta, mentre apparirà percepita verso l'alto se il prisma sarà a base bassa.

Se la mira percepita dall'occhio che ha il prisma risulta essere spostata nello stesso lato dell'occhio in questione, è presente un caso di esoforia. (Fig. 11a) (es: Prisma 6 dtp base alta su occhio destro se l'immagine risulterà in basso e spostata verso destra, esoforia.);

se la mira percepita all'occhio che ha il prisma, invece, risulta essere spostata al lato opposto dell'occhio in questione, è presente una exoforia. (Fig. 11b) (es: Prisma 6dtp base alta su occhio destro, se l'immagine risulterà in basso e spostata verso sinistra, exoforia.). Questo metodo è consigliato per la rilevazione delle forie del #3, #13A, #8, #13B dei 21 punti OEP (Optometric Extension Program); la mira consigliata è una mira luminosa ben definita.



(Fig.11a)



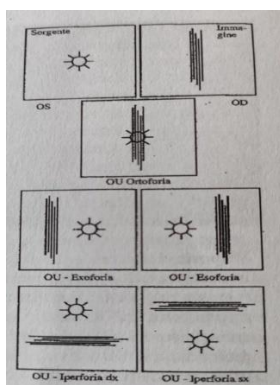
(Fig.11b)

3.4: Metodo di Maddox

Il metodo dei cilindri di Maddox permette di verificare le eteroforie sia orizzontali che verticali sfruttando la distorsione causata da un cilindro di elevato potere (circa 5dt) per dissociare la visione. Poichè viene sfruttata la distorsione dell'immagine, il test è svolto facendo guardare al soggetto una mira luminosa la quale verrà vista nitida con l'occhio scoperto mentre sarà recepita come una linea dall'occhio sul quale è anteposto il cilindro di Maddox (Fig. 12)

Al termine del test, il classico risultato ci mette in evidenza:

- ortoforia se mira e linea sono esattamente sovrapposti;
- eteroforia se la mira risulta spostata (in basso/alto o destra/sinistra a seconda della posizione del cyl).



(Fig.12)

3.5: Filtri polarizzati o anaglifici

Tali test sono molto simili come svolgimento e permettono di valutare insieme sia le forie orizzontali che quelle verticali. Fondamentale per il test eseguito è la luce ambientale ridotta, per far in modo che il soggetto percepisca solo le stimolazioni riguardanti i test e non abbia visione periferica che possa compromettere il risultato finale.

3.5.1: Test di Hering

Si utilizzano una coppia di ottotipi con polarizzazione contraria, in questo modo, indossando filtri polarizzati ortogonalmente, i due occhi avranno percezioni contemporanee ma separate. La mira in questione è una croce i cui bracci sono posizionati ortogonalmente tra di loro (fig.13), per tale motivo

nel momento in cui si antepongono i filtri polarizzati ciò che percepisce l'occhio destro è il braccio verticale, mentre l'occhio sinistro quello orizzontale.

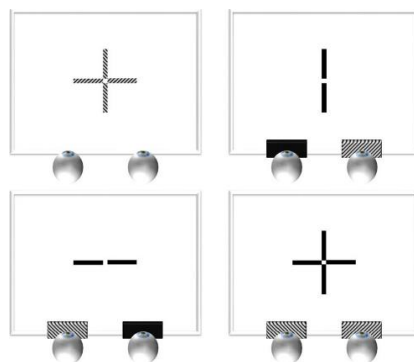
Al soggetto viene chiesto se i due bracci sono ortogonali tra loro e formano una croce perfetta, se la risposta è positiva, si tratta di ortoforia.

Se i bracci verticali sono spostati verso:

- destra, presenza di exoforia;
- sinistra, esoforia.
- l'alto, presenza di ipoforia;
- il basso, iperforia.

Per concludere il test e quantificare il valore della foria, viene inserito un prisma di Risley BI o BE in relazione alla foria rilevata e si ruota affinché le due mire non formeranno l'immagine originale.

Se il soggetto non presenta correzione da lontano ovviamente il test sarà fatto con la visione abituale, nel caso di ametropia esistente, il test va effettuato con correzione in uso oppure quella verificata. Questo metodo è da ritenere buono ma non efficace al massimo dato che il test può essere compromesso dal non corretto allineamento dei filtri, da una scarsa qualità che non permette la completa dissociazione binoculare, oppure da graffi.



(Fig. 13)

3.5.2: Test di Schober

Tale test prevede l'utilizzo di filtri anaglifici di colori complementari quali il rosso (RL su occhio destro) e verde (RG su occhio sinistro); in questo caso è permessa la dissociazione dell'immagine che è formata da una croce rossa centrale e due anelli verdi intorno. (Fig. 14)



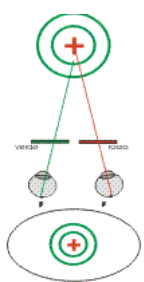
(Fig. 14)

Anche qui al soggetto viene chiesto se la croce rossa è perfettamente al centro dei due anelli verdi; in caso di risposta positiva, il soggetto sarà ortoforico. (Fig. 15)

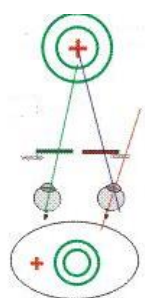
Se la croce si troverà:

- a sinistra degli anelli, exoforia (Fig. 16)

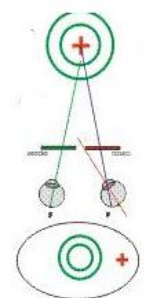
- a destra degli anelli, esoforia (Fig. 17)



(Fig. 15)



(Fig.16)



(Fig.17)

In conclusione del test, per definire approssimativamente la quantità di foria, può chiedere al soggetto la posizione precisa delle due mire: quando l'estremità del braccio orizzontale tocca il primo cerchio è 1 dtp, toccando il secondo cerchio è 2 dtp, mentre se la croce è tra i due cerchi si è intorno alle 3 dtp.

Per conoscere con più esattezza la foria, avendo un ottotipo digitale, è possibile spostare la croce affinché il soggetto riferisce di vederla al centro, così facendo troveremo il valore della foria.

3.6: Test utilizzati

I test utilizzati durante il lavoro personale sono stati il #3 ed il #13° estratti dai 21 punti del metodo OEP.

3.6.1: Test della foria abituale da lontano (#3)

Questo test valuta l'abituale orientamento degli assi visivi del soggetto durante la visione da lontano. Per l'esecuzione la luce ambiente è accesa e di normale intensità, la mira è un pallino luminoso così come descritto nel test di Von Graefe, (cap.4, paragrafo 3.3.1) mentre la correzione inserita è quella abituale da lontano.

Viene inserito un prisma di Risley 6 dtp UP (Fig. 19a) all'occhio dominante in modo da far percepire la mira come se fosse posta più in basso rispetto a quanto lo sia realmente. Dopo aver chiesto al soggetto in che direzione vede spostata la mira, si procede con l'inserimento di un prisma di Risley di 12 dtp sul controlaterale (BI o BE relativamente alla risposta precedente) per impedire che si riesca a compensare la foria orizzontale riallineando le immagini; questa volta la mira che è più in alto sarà spostata in direzione orizzontale. Per giungere alla determinazione dell'entità della deviazione, viene diminuito lentamente il valore del prisma fino a quando il soggetto comunicherà di percepire le mire perfettamente allineate in modo verticale: la quantità raggiunta, che sarà indicata dalla freccetta sulla corona del disco (Fig.19b), sarà il valore effettivo della foria.



(Fig.19a)



(Fig. 19b)

3.6.2: Test foria abituale da vicino (#13A)

Tale test ha alla base lo stesso principio del precedente #3, a distinguerli è la distanza di esecuzione ed il valore dei prismi di Risley, che in questo caso sono di 9 dtp UP per l'occhio dominante e di 15 dtp per il controlaterale. La foria risultante sarà la conseguenza di due fattori:

1. la foria da lontano, la quale è la base di partenza della posizione assunta dagli assi visivi.
2. La convergenza esercitata contemporaneamente all'accomodazione dato che quanto più la correzione abituale obbliga ad accomodare, tanto più si otterrà una esoforia da vicino; viceversa quanto più la condizione iniziale aiuta il soggetto ad usare meno accomodazione, tanto più la convergenza sarà minore ottenendo una exoforia.

CAPITOLO 4:

IL PROCESSO ACCOMODATIVO.

4.1: L'accomodazione

“L'accomodazione, cioè il processo che permette la formazione sulla retina di immagini nitide di oggetti posti a distanze variabili tra l'infinito e quelle ravvicinate, è consentita dall'elasticità intrinseca posseduta del cristallino.”²

L'accomodazione scaturisce dal sistema nervoso autonomo e quindi in modo indipendente dalla volontà. Gli stimoli per l'accomodazione sono principalmente tre:

- *Sfuocamento dell'immagine retinica centrale*, solo per la zona occupata dai coni, sembra che un'immagine con bordi sfuocati non induca accomodazione.
- *Aberrazione cromatica oculare*
- *Coscienza della prossimità dell'oggetto*, la grandezza dell'oggetto.

Con il termine *ampiezza accomodativa* (A.A) si fa riferimento alla variazione di potere del cristallino che è in grado di effettuare passando da uno stato minimo di accomodazione, ad uno massimo (visione prossimale).

Con l'avanzare dell'età, il cristallino, inizia a perdere la propria forza elastica e quindi l'ampiezza accomodativa negli anni si riduce gradualmente. Per convenzione quando l'A.A è minore di 4 dt, il soggetto è definito presbite. La misura in diottrie dell'ampiezza accomodativa è l'inverso della distanza (misurata in metri) alla quale il soggetto sta guardando, ma come già detto nei precedenti capitoli, l'accomodazione teorica e quella effettiva non corrispondono bensì la prima è maggiore di quest'ultima (Lag accomodativo).

² Maiocchi A. (2007) , “Manuale pratico per l'esecuzione di un esame visivo – Dal semplice “ controllo” alla procedura dei “21 punti” “ ., Medical books, pag.160.

4.2: Rapporto AC/A

La sinergia che esiste tra accomodazione e convergenza è quantificata attraverso il parametro chiamato rapporto AC/A: esprime numericamente quante diottrie prismatiche di vergenza sono stimulate sia in aumento che in diminuzione grazie alla variazione dello stimolo accomodativo. Esiste anche in questo caso un valore medio che garantisce ortoforia da lontano e una leggera exoforia da vicino, ed è **4/1 dtp**, o meglio quattro diottrie prismatiche di convergenza per ogni diottria di accomodazione.

Di norma assume valori compresi tra 3,5 dtp e 4,5 dtp, ma a seconda di alcune anomalie, si reputa valore basso se è al di sotto delle 3,5 dtp e le cause possono essere:

- insufficienza di convergenza, riscontrata nei soggetti miopi non corretti, in cui la difficoltà sta nella visione prolungata a distanza prossimale a causa di una scarsa convergenza accomodativa.

- insufficienza di divergenza, riscontrata invece in soggetti ipermetropi non corretti, si evidenzia una notevole esoforia da lontano che diminuisce leggermente da vicino.

Viceversa il valore si definisce alto se è al di sopra delle 4,5 dtp, le cause possono essere:

- eccesso di convergenza, causato da ipermetropia latente o presbiopia iniziale, è dovuto ad una eccessiva capacità accomodativa in cui il soggetto avverte una visione sfuocata da lontano dopo un eccessivo lavoro a distanza prossimale.

- eccesso di divergenza, si nota una marcata exoforia in distanza che diminuisce leggermente a distanza prossimale.

Questo rapporto è fondamentale nel controllo optometrico dato che aiuta a considerare l'effetto di possibili lenti di prescrizione sullo stato eteroforico del soggetto, evidenziando da subito se un potere positivo o negativo prescritto possa essere accettato e quindi di comfort o rischioso per la persona.

4.2.: Rapporto AC/A Calcolato

E' definito rapporto AC/A *calcolato* quello ottenuto variando la distanza di osservazione dell'oggetto utilizzato come mira, ed è relativo alla convergenza accomodativa e alla componente psichica.

Nella pratica questo rapporto risulta essere generalmente più elevato dell'AC/A gradiente a causa della convergenza prossimale

$$\frac{AC}{A} \text{ CALCOLATO} = D.I + \frac{(FORIA VICINO - FORIA LONTANO)}{\frac{1}{D}}$$

4.2.2: Rapporto AC/A Gradiente

E' definito rapporto AC/A *gradiente* quello calcolato in funzione della vergenza ottica e si esegue a distanza fissa; Nella pratica il risultato sarà dato tra la differenza di foria tra due misurazioni (una immediatamente successiva all'altra) ottenute modificando solo il potere delle lenti. E' preferibile utilizzare uno stimolo accomodativo di +1.00 in modo da ridurre sia l'accomodazione che la vergenza accomodativa.

$$\frac{AC}{A} \text{ GRADIENTE} = \frac{|(FORIA LENTI + 1.00) - (FORIA ABITUALE)|}{\text{STIMOLO ACCOMODATIVO}}$$

Entrambi i test possono venir eseguiti con il test dei cilindri di Maddox, usando una mira luminosa.

4.3: Ampiezza accomodativa

Con questo termine si intende la variazione di potere del cristallino che è in grado di effettuare passando dallo stato accomodativo pari a zero e quello totale di sforzo: essendo legato all'elasticità del cristallino, varia durante il corso della vita.

Il metodo utilizzato per conoscere l'A.A durante il lavoro di tesi (descritto nel prossimo capitolo), è quello delle lenti negative.

A distanza 0.33 m il soggetto legge una mira di piccole dimensioni, al limite delle proprie capacità visive; vengono inserite su entrambi gli occhi lenti negative di valore crescente fino a che il soggetto avverte lo sfuocamento della mira.

La somma tra il potere delle lenti negative a cui il soggetto avverte sfuocamento e l'inverso della distanza indica l'ampiezza accomodativa.

CAPITOLO 5:

LO STUDIO

5.1: Lo scopo

In quest'ultimo capitolo si descrive lo studio sul quale si basa la tesi. Lo scopo è quello di valutare lo stato dell'equilibrio binoculare, in visione distale e prossimale e di come possa essere influenzato da una variazione di correzione diottrica, relativamente al cambiamento dell'acutezza visiva. In particolare è stato osservato l'eventuale cambiamento di condizione forica dal lontano al vicino in funzione del cambio di correzione. Ciò al fine di trovare un giusto compromesso tra le diverse abilità visive, giungendo così ad un comfort visivo ottimale, specie nella visione da vicino.

Valutare la presenza ed il valore delle forie aiuta a migliorare la qualità della prescrizione alle diverse distanze.

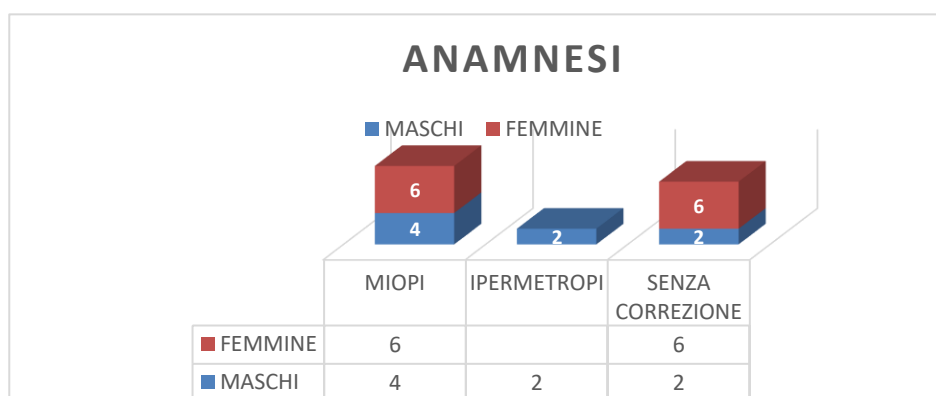
5.2: Soggetti

I soggetti presi in esame da inizio Luglio a fine Agosto 2021, sono stati 20, di cui 8 maschi e 12 femmine di età compresa tra i 14 e i 34 anni; lavoratori e studenti che durante la fase pandemica, iniziata nel Marzo 2020, hanno incrementato il loro lavoro con l'utilizzo di strumenti informatici.

5.3: Procedura d'anamnesi

L'anamnesi ha compreso le abitudini e le eventuali problematiche visive; tutti i soggetti analizzati sono stati controllati prima con la loro abituale correzione (se presente) e successivamente con la nuova prescrizione (ove necessaria).

I soggetti giovani scelti hanno dichiarato di trascorrere tra le 4 e le 12 ore nell'utilizzo di pc, smartphone o tablet per svariati motivi, da quelli lavorativi a quelli di svago. A tutti i soggetti, prima di procedere con la verifica delle forie e dell'esame refrattivo soggettivo sono stati svolti test preliminari di *autorefrattometria* e *dominanza oculare sensoriale* e di *fissazione*. L'autorefrattometria permette di identificare in modo automatico un'eventuale valore di ametropia. Per quanto riguarda la dominanza oculare di fissazione, il test utilizzato è quello del cartoncino forato al centro. Mentre per la dominanza sensoriale si antepone una lente sferica di +1.50 dt prima su un occhio e poi sull'altro chiedendo al soggetto su quale occhio la lente gli reca maggior "fastidio"



Graf. 1 Relazione tra ametropie-forie riscontrate nell'anamnesi.

5.4: Il metodo

Il metodo di rilevazione utilizzato è costituito da due parti:

- Nella prima parte sono stati effettuati: il test della foria abituale da lontano (#3), test della foria abituale da vicino (#13A), l'ampiezza accomodativa (#19A), estrapolati dai 21 punti del metodo OEP. Sono stati altresì individuati rispettivamente AC/A gradiente e calcolato.
- Nella seconda parte è stato svolto il controllo refrattivo: ai soggetti che avevano già una correzione in uso ne è stata controllata l'efficacia o l'esattezza, a coloro che ne erano sprovvisti è stata eseguita la misura dell'a.v. necessaria al caso. Successivamente sono stati svolti: foria indotta dal #7 da lontano (#8), foria indotta dal #7 da vicino (#13B), ampiezza accomodativa (#19A) e nuovamente AC/A.

5.5: Risultati

5.5.1: Risultati prima parte

Nella seguente tabella sono rappresentati i valori della foria sia da lontano che da vicino indotte dalla correzione abituale del soggetto.

	CORREZIONE ABITUALE	FORIA LONTANO (dtp)	FORIA VICINO (dtp)	VISUS (dt)	AC/A CALC. (dtp)	AC/A GRAD. (dtp)	A.A (dt)
1		2 X	14 X	10/10	1.8	0	8.75
2		7 S	6 S	10/10	3.4	3	7.25

3	<i>Sf -0.50 cyl -1.50 ax 170</i> <i>Sf 0 cyl -2.00 ax 10</i>	4 X	4 X	10/10	6.1	6	4.75
4		0	10	8/10	2.5	1	7.25
5		0	5.5 X	9/10	8.2	5.5	5.75
6	<i>Sf +0.50 cyl -0.50 ax 8</i> <i>Sf +0.75 cyl -0.25 ax 105</i>	1 X	0	10/10	6.4	3.5	5.25
7	<i>Sf -2.50</i> <i>Sf -2.50</i>	1 X	13.5 X	6//10	1.2	1	10.50
8		2 X	9 X	8/10	3.3	1	7.50
9		2 X	8 X	9/10	4.1	6	6.00
10	<i>Sf -2.50 cyl -0.75 ax 65</i> <i>Sf -2.00 cyl -2.50 ax 155</i>	6 S	7 X	6/10	1	1	6.25
11	<i>Sf -0.75</i> <i>Sf -0.50</i>	6 X	4 X	11/10	7	4	6.00
12	<i>Sf -1.00 cyl -0.50 ax 90</i> <i>Sf -1.50 cyl 0-50 ax 90</i>	1 X	5 X	10/10	7.6	2.5	5.25
13	<i>Sf +0.75 cyl -0.25 ax 10</i> <i>Sf +0.50 cyl -0-25 ax 170</i>	4 S	3 S	10/10	5.2	5	7.25
14		0	3 X	8/10	5	4	7.75
15	<i>cyl -0.50 ax 20</i> <i>cyl -0.75 ax 70</i>	10 X	14 X	10/10	4.4	1.5	7.00
16	<i>Sf -1.75</i> <i>Sf -1.50</i>	3 X	4 X	7/10	5.9	3	5.75
17		2 X	15 X	8/10	1	1	6.25
18	<i>Sf -1.50 cyl -0-50 ax 60</i> <i>Sf -2.00 cyl -2.50 ax 150</i>	7 X	13 X	9/10	3.7	2	5.00
19	<i>Sf -5.00</i> <i>Sf -5.00</i>	2 S	0.5 S	11/10	5.6	2.5	5.50
20		1 X	11 X	7/10	1.4	1.5	10

Tab. 1 Correzioni in uso e forie associate.

Dai risultati emerge che in visione da lontano le forie si distribuiscono in :
tredici exoforici, quattro esoforici, e tre ortoforici.

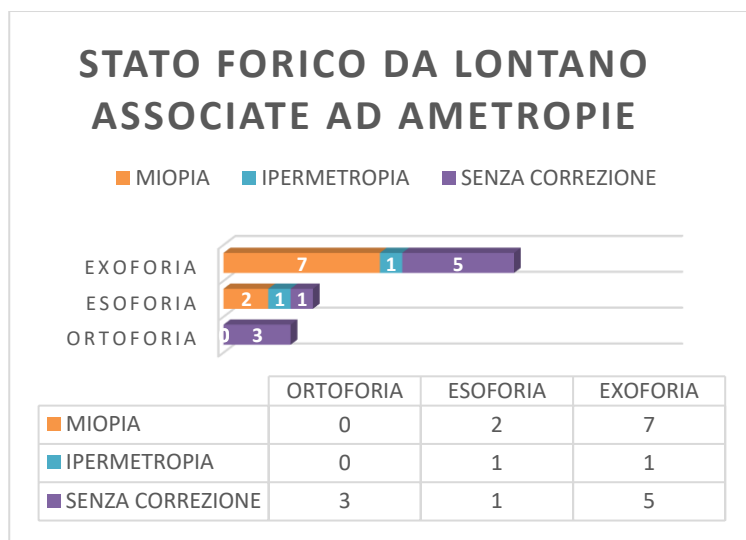
Dei soggetti che hanno mostrato **exoforia**, sette hanno come vizio refrattivo la miopia, uno solo l'ipermetropia e cinque soggetti non portavano nessuna correzione al momento; di coloro che hanno mostrato **esoforia**, due sono miopi, uno è ipermetrope, uno con nessuna

correzione al momento. Per quanto riguarda la condizione di **ortoforia**, nessuno dei tre soggetti portava correzione al momento.

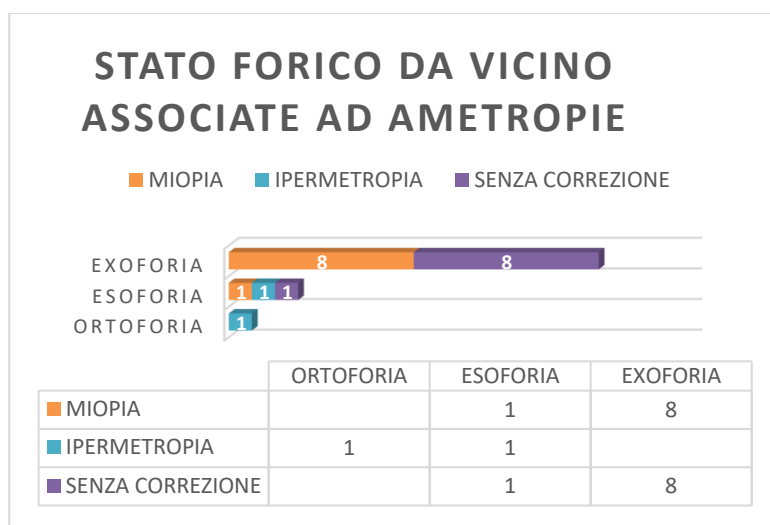
Mentre in visione prossimale le forie si distribuiscono: sedici exoforici, tre esoforici ed uno ortoforico.

Dei soggetti che hanno mostrato **exoforia**, otto hanno come vizio refrattivo la miopia, e otto non portano correzione al momento; per l'**esoforia** i soggetti sono un miope, un solo ipermetrope ed uno solo senza correzione. Per l'**ortoforia** l'unico soggetto è ipermetrope.

Osservando l'AC/A calcolato si riscontrano valori nella media solo in tre soggetti, mentre otto hanno un AC/A basso e nove alto.



Graf. 2 Rappresentazione di forie associate nella visione da lontano ai vizi refrattivi di natura sferica trovate nell'anamnesi, prima parte dello studio.



Graf. 3 Rappresentazione di forie nella visione da vicino associate ai vizi refrattivi di natura sferica trovate nell'anamnesi, prima parte dello studio.

5.5.2: Risultati seconda parte

La seconda parte dello studio comprende un esame refrattivo soggettivo al fine di verificare la veridicità delle correzioni abituali dei soggetti, ed eventualmente correggere ametropie di cui alcuni non erano al corrente.

	CORREZIONE NUOVA	FORIA LONTANO (dtp)	FORIA VICINO (dtp)	VISUS (dt)	AC/A CALC. (dtp)	AC/A GRAD. (dtp)	A.A (dt)
1	<i>Sf -0.75 cyl -0.25 ax 95</i> <i>sf -1.00 cyl -0.25 ax 60</i>	3 X	13 X	13/10	2.6	11	8.75
2	cyl -0.25 ax 10 Sf +0.25 cyl -0.25 ax 10	7 S	6 S	13/10	3.4	3	7.25
3	<i>Sf -0.75 cyl -1.75 ax 175</i> <i>sf +0.25 cyl -2.50 ax 10</i>	4 X	3 X	12/10	6.5	4	4.75
4	<i>Sf -0.75 cyl -2.00 ax 105</i> <i>sf -0.50 cyl -1.00 ax 75</i>	2 S	8 X	12/10	2.5	3	7.25
5	<i>Sf -1.00 cyl -0.25 ax 90</i> <i>sf -1.50 cyl -0.50 ax 80</i>	0	3 X	12/10	7.2	2.5	5.75
6	Cyl -0.25 ax 180 sf +0.50	1 S	3.5 S	10/10	7	3.5	5.25
7	<i>Sf -4.00</i> <i>sf -4.00</i>	1 X	13 X	10/10	1.4	1.5	10.50
8	<i>Sf -2.00</i> <i>sf -2.25</i>	0	2 X	13/10	5.3	4	7.50
9	<i>Sf -1.00 cyl -0.50 ax 7</i> <i>sf -1.00 cyl -0.25 ax 75</i>	3 X	4 X	13/10	6.1	7	6.00
10	<i>Sf -4.50 cyl -0.75 ax 60</i> <i>sf -5.00 cyl -2.50 ax 155</i>	6 S	6.5 X	10/10	1.1	1.5	6.25
11	<i>Sf -0.75</i> <i>sf -1.00 cyl -0.25 ax 10</i>	4 X	2 X	13/10	7	5	6.00
12	<i>Sf -1.75 cyl -0.50 ax 90</i> <i>sf -1.50 cyl -1.00 ax 90</i>	0	2 X	13/10	6.8	5	5.25
13	<i>Sf +1.5 cyl -0.25 ax 10</i> <i>sf +0.75 cyl -0.25 ax 170</i>	0	2 X	13/10	7.2	1	7.25
14	<i>Sf -0.50 cyl -1.50 ax 180</i> <i>sf -1.25 cyl -0.50 ax 175</i>	0	1 X	12/10	5.8	5	7.75
15	<i>Sf -1.00 cyl -0.50 ax 20</i> <i>sf -1.25 cyl -0.50 ax 70</i>	5 X	8 X	13/10	4.8	2	7.00
16	Sf -2.50 Sf -1.75	0	2 S	9/10	7.1	2	5.75
17	<i>Sf -1.00 cyl -0.50 ax 70</i> <i>sf -1.25</i>	0	9 X	12/10	2.6	2	6.25
18	<i>Sf -2.50 cyl -1.00 ax 60</i> <i>Sf -2.75 cyl -2.50 ax 155</i>	5 X	7 X	13/10	5.3	1	5.00
19	<i>Sf -5.00</i> <i>Sf -4.50</i>	2 S	0	11/10	5.4	3	5.5
20	<i>Sf -0.75 cyl -0.50 ax 10</i>	2 S	5 X	11/10	3.6	1	10

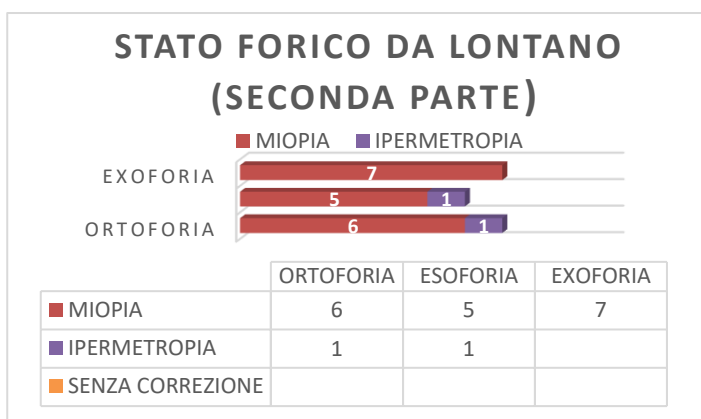
	Sf -1.25 cyl -0.50 ax 80						
--	--------------------------	--	--	--	--	--	--

Tab. 21 Correzioni nuova e forie associate

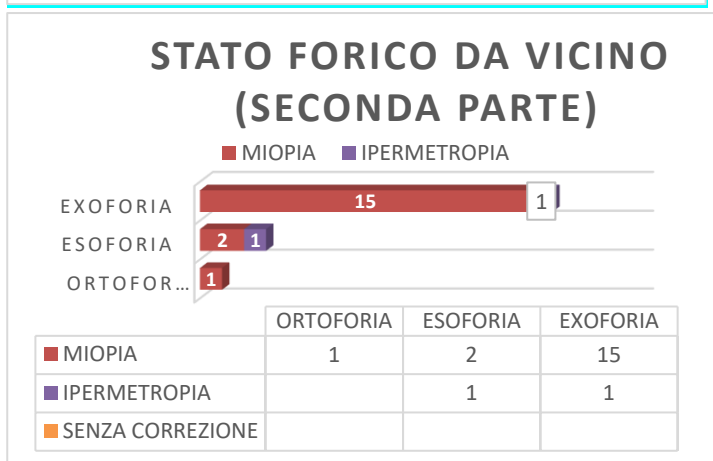
Dai risultati emergono questi dati di foria da lontano: sette soggetti sono **exoforici** e tutti hanno in comune la miopia; sei sono **esoforici** di cui cinque miopi ed un solo ipermetrope; per l'**ortoforia** il numero sale a sette di cui sei miopi ed un ipermetrope.

Per quanto riguarda le forie nella visione da vicino i dati mostrano: sedici **exoforici** di cui quindici miopi ed un solo ipermetrope; tre **esoforici** di cui due miopi ed un ipermetrope; per la condizione di **ortoforia** c'è un solo soggetto miope.

Ogni esame refrattivo ha avuto come risposta la prescrizione di una correzione, sia a soggetti con correzione abituale sia a coloro che non ne portavano.



Graf.5 Rappresentazione di forie da vicino associate ai vizi refrattivi di natura sferica trovate durante l'esame soggettivo, seconda parte dello studio.



5.6: Discussione

Ciò che emerge dalla prima parte dello studio, quindi dal quadro d'anamnesi, è che l'eteroforia in visione distale riscontrata nella maggior parte dei miopi (7 su 13) è l'exoforia, condizione che rispetta

la “normalità” in quanto la *miopia* permette una visione nitida da vicino ma non da lontano, a causa di un’accomodazione ridotta e di conseguenza una maggiore divergenza degli assi visivi.

Prendendo invece in considerazione i soggetti ipermetropi, solo uno su quattro ha mostrato una esoforia in visione distale; risulta quindi insolita come risposta dal momento in cui, *nell’ipermetropia* la cui causa è l’iperconvergenza, è comune generalmente una condizione di *eso*. C’è da anche da tener presente che i soggetti ipermetropi controllati sono in netta minoranza rispetto ai miopi.

Un esempio particolare è il **soggetto num.2 della Tab.1**: si presenta senza correzione abituale ed è esoforico di 7 dtp da lontano e 6 dtp da vicino, durante l’anamnesi dichiara di aver difficoltà nella lettura di un libro o nella visione prossimale in generale, sdoppiamento delle righe e facile perdita di concentrazione. Questa situazione conferma i sintomi tipici dell’esoforia descritti nel paragrafo 2.7. La condizione di eteroforia, invece, non indica nessuna condizione anomala, anzi una condizione ottimale.

Per quanto riguarda lo stato eteroforico nella visione prossimale la risposta è di sedici exoforici, questi rientrano nella condizione di valori medi descritti prima.

L’AC/A calcolato ha avuto risposte con valori bassi in otto soggetti mentre per nove è risultato alto e tre nella media.



Graf.6 Distribuzione eteroforie nella visione da lontano durante la prima parte dello studio.

Focalizzando l’attenzione sulla seconda parte dello studio, l’esecuzione dell’esame soggettivo da lontano ha, per 19 soggetti, richiesto un aumento della correzione abituale, portando al miglioramento dell’a.v. Di conseguenza, tali nuove e adeguate correzioni hanno portato al beneficio dello stato di foria, e infatti, nella Tab.2 si evidenzia come i casi di ortoforia da lontano (condizione ritenuta ottimale) sono aumentati a sette rispetto i tre quali erano precedentemente.

L'AC/A calcolato risulta alto nella maggior parte dei casi (14), a seguire in minoranza (4) è stato riscontrato un rapporto basso, mentre solo due soggetti presentano un rapporto che rientra tra i 3.5 dtp e 4.5 dtp.

Spostando l'attenzione sulle forie da vicino, sedici soggetti risultano essere exoforici e tre esoforici. Una delle situazioni particolari è quella del **soggetto miope num.16** il quale con correzione abituale in visione prossimale mostra una di foria di 4X , dopo il controllo soggettivo ha evidenziato una inversione con entità 2S. Per esigenze del soggetto è stato necessario aumentare la correzione, passando da 7/10 a 9/10, questo ha conseguentemente portato ad una variazione di foria (seppur invertita) per beneficiare di un aumento dell'av. Nonostante ciò è consigliato un leggero abbassamento di prescrizione ottica rispetto a quella trovata, per evitare un'inversione così marcata e quindi un maggior affaticamento muscolare.

Il **soggetto ipermetrope num.6**, nello stesso modo ha evidenziato una inversione da exoforia ad esoforia nella visione distale e da ortoforia ad esoforia in quella prossimale a causa di una riduzione della correzione. E' stato necessario questo cambiamento a causa di fastidioso sintomo quale mal di testa prolungato nella lettura; l'a.v è restata invariata a discapito dello stato forico.



***Graf.7** Distribuzione eteroforie nella visione da lontano durante la seconda parte dello studio.*

5.7: Conclusione

Dal risultato del lavoro appena descritto si evidenzia, sia nella prima che nella seconda parte, il costante rapporto tra eteroforia ed ametropia, in cui i miopi mostrano, nella maggioranza, una condizione di exoforia e gli ipermetropi una condizione di esoforia, a meno di alcune eccezioni causate da problemi che possono nascere da svariate cause.

È possibile notare come sia di fondamentale importanza incentrare l'esame soggettivo non solo sul controllo dell'acuità visiva, ma su ogni realtà che possa influenzare sia quest'ultima e sia il comfort muscolare. E' bene tener presente che è errato ottenere un visus elevato a discapito dello stato eteroforico, o viceversa. In conclusione, la prescrizione di una adeguata correzione optometrica vede necessariamente il bisogno di trovare un compromesso tra questi due elementi ai fini di una visione comoda. Con ciò è necessario sottolineare che una buona visione è il risultato di una attenta analisi di tutte le abilità visive del sistema, sia da un punto di vista bioculare che binoculare, e anzi, a maggior ragione poiché il nostro è un sistema visivo binoculare, il comfort visivo è dettato dalla ricerca di un giusto equilibrio tra tutte le abilità visive comprensive di: acutezza visiva, sensibilità al contrasto, sistema di accomodazione, movimenti oculari, al fine di garantire un risultato percettivo cosciente che metta in condizioni il soggetto di vedere nel migliore dei modi possibili.

Vedere nel migliore dei modi possibili vuol dire far svolgere le fisiologiche attività del sistema non già esclusivamente apportando correzioni ma favorendo il fisiologico funzionamento del sistema, in ciò è da considerare che anche le alterazioni dell'equilibrio muscolare possano esistere in quantità impercettibili e che in buona parte dei casi addirittura tendano a migliorare la percezione.

Ringraziamenti

Giunta alla fine di questa tesi e del pieno percorso universitario, il quale mi ha ampliato l'amore e la curiosità verso la conoscenza, è d'obbligo ringraziare coloro che hanno gioito sinceramente con me durante questi anni e non solo.

I miei più sinceri ringraziamenti sono per il professore *Michele Gagliardi*, mio relatore, per la pazienza, la dedizione, i preziosi suggerimenti, il tempo e l'attenzione che ha concesso durante questi mesi.

Il mio lavoro è stato possibile grazie all'infinita disponibilità di *Marcello di Maio*, il quale mi ha dato la possibilità di effettuare ogni controllo, facendomi sentire a casa, nel proprio centro ottico. Un ringraziamento va anche ai suoi collaboratori, per il sostegno e la guida dedicatami durante i controlli optometrici svolti. Un grazie speciale a tutti coloro che si sono poi prestati ai fini del lavoro di tesi.

Grazie ai miei genitori, ai quali è dedicato questo lavoro conclusivo, sostenitori del mio percorso che mai mi hanno fatto pesare i momenti deboli che l'università mi ha portato. Per l'onestà, la fede, la superstizione, i valori, con cui mi hanno cresciuto; ogni mio traguardo non sarà mai abbastanza per ripagarli di tutto l'amore che mi donano in ogni piccolo gesto, costantemente. A mio *padre*, a cui devo la grinta e l'avermi insegnato, inconsciamente, di riuscire a cavarmela da sola, a partire dalle piccolezze. A mia *madre*, pilastro dei miei giorni, che con me non ha smesso mai di crederci. A mio fratello *Giuseppe*, mio punto di riferimento ed esempio di forza, volontà, passione, determinazione, grazie al nostro indissolubile legame mi ha silenziosamente accompagnato in questi anni e per tutta la precedente vita. Ai miei nonni, se fossero qui, sarebbero fieri di me.

Mille grazie ad *Angela*, la mia amica decennale, con cui ho condiviso i viaggi in treno dall'alba al tramonto, la stanchezza, l'isteria e la felicità; ai miei amici universitari *Giovanna*, *Alessandra*, *Archetta*, *Dario* e *Alessio*, con cui ho stretto un magnifico rapporto, che si è allargato fortunatamente anche nella vita privata. Son stati capaci di dar consigli e sdrammatizzare ogni mio momento di difficoltà ma nello stesso tempo aiutato lì dove ne avevo più bisogno. Mi sento fortunata ad averli con me, in qualsiasi momento so che sono lì, gli voglio bene. Ringraziamento particolare a *Federica*, con la quale ho condiviso ogni esame, seppur a distanza, degli ultimi due anni, durante il quale siamo state come coach l'uno per l'altra. A *Rossella*, un'altra dolce amica, con cui ho stretto un super rapporto di simpatia ed empatia, grazie per essere stata disponibile per me, sempre. A *Gelsomina*, mia compagna di banco alla prima elementare, la distanza purtroppo ci tiene spesso lontane, grazie per avermi dedicato del tempo ogni volta che potevi.

Le ultime righe sono ringraziamenti speciali dedicati a *Carlo*, la mia metà, mio amico, il mio svago, mio supporto costante, da anni. L'ho visto essere più ansioso di me prima degli esami, essere dispiaciuto dopo le bocciature, e poi con gli occhi pieni di gioia ad ogni traguardo superato, fiero di me e più di me. Grazie per lasciarmi libera di scegliere.

A tutti loro va un in bocca al lupo.

Bibliografia

Rossetti A., Gheller P., (2003). *Manuale di optometria e contattologia*. Zanichelli, Bologna.

Frederic H. Martin, Ph.D. Edwin F. Bartholomew, M.S. *Elementi di Anatomia, Istologia e fisiologia dell'uomo*. Prima edizione.

Andrea Maiocchi., (2007). *Manuale pratico per l'esecuzione di un esame visivo –Dal semplice “controllo” alla procedura dei “21 punti”*. Medical Books

T. Albert, F. Casalboni, G. Lucarini, G. Migliori, G. Montani, L. Parenti, P. Sostegni., *Il Forottero – Manuale d'uso*. Esame dei vizi refrattivi e della visione binoculare. Fabiano Editore.

L.Giannelli, M. Giannelli, G. Moro., *L'esame visivo efficace*. Medical Books.

Bredemeyer-Bullock, *Ortottica teoria e pratica*, editore Piccin

Fabrizio Zeri, Anto Rossetti, Alessandro Fossetti, *Ottica visuale*, editore SEU

David Abrams, *Pratica della refrazione*, editore Piccin

Dispense di optometria, Professor Carelli Paolo.

Dispense di anatomia oculare, Professor Valiante Salvatore.

<https://scorcioaculistica.it/aree-di-specializzazione/strabismo/>

<https://slideplayer.it/>

<https://www.dovepress.com/>

<https://www.dueffetecnovision.it/>

<https://www.scienzemfn.unisalento.it/>

<https://luneautech.it/>