UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Fisica e Astronomia

Corso di Laurea triennale in Ottica e Optometria

Tesi di Laurea

Effetti del vision training accomodativo in soggetti miopi

Relatore: Prof. Formenti Marino

Correlatore: Prof.ssa Ortolan Dominga

Laureando:

Costa Giacomo

Matr.: 593721-OPT

A.A. 2013/2014

A mio papà,

con cui avrei voluto litigare

per le correzioni alla tesi.

INDICE

ABSTRACT pag. I

PREMESSA pag. II

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

1.1: La visione binoculare pag. 1

Generalità sulla visione binoculare pag. 1

Convergenza e accomodazione pag. 4

Anomalie dell'accomodazione pag. 6

1.2: Influenza dell'ambiente e delle distanze di lavoro pag. 7

1.3: Relazione tra miopia e attività prossimale pag. 11

1.4: Il vision training pag. 12

Vision training accomodativo pag. 12

CAPITOLO 2: LO STUDIO

2.1: Selezione dei soggetti pag. 13

2.2: Materiali e metodi: il controllo iniziale/intermedio/finale

Anamnesi pag. 14

Ottotipo pag. 15

Retinoscopia Nott pag. 15

Forie lontano e vicino pag. 16

Flipper ±2,00D e 8DpBI/12DpBE pag. 17

Punto prossimo di rendimento pag. 17

Distanza di lettura e distanza di Harmon pag. 18

2.3: Materiali e metodi: il trattamento di vision training pag. 18
Mental Minus pag. 18
Hart's chart pag. 19
2.4: Analisi statistica pag. 20

CAPITOLO 3: RISULTATI

3.1: Descrizione delle variabili pag. 22
3.2: Discussione pag. 23
Acuità visiva pag. 24
Flipper accomodativo pag. 26
Flipper prismatico pag. 31

CAPITOLO 4: DISCUSSIONE E CONCLUSIONI pag. 33

APPENDICE A: PROTOCOLLO DI STUDIO pag. 36

APPENDICE B: TABELLE CON TUTTI I RISULTATI pag. 45

APPENDICE C: SCHEDE UTILIZZATE PER LA RACCOLTA DATI pag. 48

BIBLIOGRAFIA pag. 50

ABSTRACT

PROPOSITO: valutare l'efficacia di un trattamento di vision training (VT) accomodativo, ed in particolare dell'esercizio Mental Minus, su soggetti miopi giovani.

METODO: 18 soggetti, miopi, di età compresa tra i 20 e i 25 anni (tutti studenti dell'Università degli Studi di Padova), corretti con occhiali o lenti a contatto (LaC). I test di verifica sono stati l'acuità visiva (AV) e la flessibilità accomodativa (monoculare e binoculare). Dopo il controllo iniziale i soggetti si sono sottoposti ad un trattamento di VT accomodativo di 8 settimane così strutturato: 3 sedute settimanali di Mental Minus, alternate a due sedute a domicilio di esercizi con l'Hart's chart.

RISULTATI: l'AV dei soggetti è migliorata in modo statisticamente significativo dopo il trattamento (p-value=0,0003; Wilcoxon signed rank test); così come la flessibilità accomodativa, sia per quanto riguarda il flipper accomodativo monoculare (OD: p-value=0,0002; OS: p-value=0,0002; Wilcoxon signed rank test), che per il flipper accomodativo binoculare (p-value=0,0002; Wilcoxon signed rank test). Si è potuto riscontrare inoltre un miglioramento anche per il flipper prismatico binoculare (p-value=0,0002; Wilcoxon signed rank test).

CONCLUSIONI: la significatività statistica dei risultati ottenuti prova che il Mental Minus può essere un ottimo esercizio da inserire un trattamento di VT accomodativo in soggetti miopi giovani e che può essere utilizzato in programmi di VT per il controllo della miopia.

PREMESSA

Nella pratica quotidiana nei trattamenti di VT accomodativo gli esercizi più comunemente utilizzati sono il flipper accomodativo (+/-2,00 D) e l'Hart's chart, come si può anche riscontrare in letteratura. Probabilmente questa scelta è dovuta all'immediatezza di comprensione e alla praticità di questi esercizi sia in studio, sia a domicilio. Un esercizio meno utilizzato e di cui si può ritrovare poca letteratura in merito è il Mental Minus. Questo particolare esercizio di training, si pone come obiettivo l'acquisizione da parte del soggetto della padronanza del proprio sistema accomodativo. Proprio questa caratteristica, unica rispetto ad altri metodi, permette di comprendere i progressi ottenuti e come utilizzare il proprio sistema accomodativo per ottenere vantaggi nella vita di tutti i giorni, e ci ha spinto ad incentrare lo studio sull'utilizzo del Mental Minus come cardine di un programma di base di vision training accomodativo.

Inoltre, visto che in alcuni casi il VT viene utilizzato nella pratica optometrica come metodo per il controllo della miopia in soggetti giovani, si è deciso di incentrare lo studio non solo sugli effetti del Mental Minus sulla flessibilità accomodativa dei soggetti, ma anche sul possibile guadagno in termini di AV dopo il trattamento. In questo modo si sono volute indagare le potenzialità del Mental Minus come esercizio di training accomodativo per il controllo della miopia.

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

1.1: LA VISIONE BINOCULARE

GENERALITA' SULLA VISIONE BINOCULARE

Nell'uomo, a differenza di molti animali in cui la visione dei due occhi è più o meno indipendente, gli occhi collaborano in modo praticamente assoluto. In questo modo, pur rinunciando ad avere un campo visivo maggiore, si riescono ad ottenere immagini di qualità superiore. Quando entrambi gli occhi sono attivi nel formare un'unica percezione si può parlare di binocularità, mentre quando entrambi gli occhi sono attivi, ma si ottengono due percezioni separate si parla di biocularità. Condizione fondamentale affinchè l'unione delle immagini dei due occhi porti ad una singola percezione è che entrambi gli occhi osservino una medesima area dello spazio e non sia presente una deviazione degli assi visivi. L'organizzazione dello spazio nell'uomo viene chiamata foveocentrica, poiché prende come centro di riferimento la fovea. Qualunque sia la posizione dell'occhio infatti, un oggetto che forma la sua immagine in un'area retinica posta temporalmente e verso il basso rispetto alla fovea, viene localizzato come proveniente dal lato nasale e in alto rispetto al punto fissato, cioè diametralmente opposto. Anche i campi visivi dei due occhi sono reciprocamente legati uno all'altro: un'area della retina dell'occhio sinistro corrisponde ad un'altra dell'occhio destro in posizione omologa (organizzazione per punti corrispondenti). A causa di questo tipo di organizzazione oculare, la direzione visiva appare come se fosse originata da un occhio in posizione centrale rispetto a quelle dei due bulbi oculari e per questo motivo viene chiamata anche ciclopica. Quando entrambi gli occhi fissano un punto nello spazio, vi sono contemporaneamente altri punti vicini che formano ugualmente un'immagine in aree retiniche corrispondenti e vengono perciò visti singolarmente: l'insieme di questi punti viene chiamato oroptero[1]. Di conseguenza i punti che si trovano all'esterno di quest'area generano diplopia.

Durante la visione binoculare si possono presentare vari fenomeni. Per la pratica clinica si fa riferimento comunemente a tre gradi della visione binoculare: percezione simultanea, fusione e stereopsi[2]. L'ordine con cui vengono presentati i

tre gradi è dovuto al fatto che la presenza della capacità di fusione presuppone la percezione simultanea e così via. Per i primi due gradi si rileva usualmente la presenza o l'assenza, mentre per quanto riguarda la stereopsi si può anche quantificarne l'entità. In condizione fisiologica l'uomo possiede tutte e tre queste capacità. La presenza della percezione simultanea è sinonimo di biocularità e presuppone l'assenza della soppressione di uno dei due occhi: il soggetto, infatti, è capace di percepire contemporaneamente le immagini dei due occhi, perciò sarà in grado di vedere doppio, mentre se le due immagini cadono su aree corrispondenti si parla di sovrapposizione. La capacità di fusione invece si può dividere in due tipi distinti: la fusione motoria e quella sensoriale. Quella motoria implica che l'apparato muscolare riesca a posizionare gli occhi in modo che le immagini dell'oggetto osservato si posizionino su aree retiniche corrispondenti, mentre quella sensoriale permette di ottenere una rappresentazione singola da due immagini retiniche simili. La stereopsi, infine, è la capacità percettiva che permette di trarre le informazioni relative alla profondità e alla posizione spaziale di un oggetto[2].

Durante la visione binoculare uno dei due occhi è generalmente più attivo e questa condizione viene definita con il nome di dominanza oculare. L'occhio dominante è solitamente preferito nelle attività visive monoculari in condizioni binoculari (ad esempio mirare un punto particolare) ed è spesso associato alla dominanza manuale, anche se si possono presentare soggetti con dominanza crociata (ad esempio occhio sinistro - mano destra).

Per far si che le immagini dello stesso oggetto si formino su aree retiniche corrispondenti, l'apparato muscolare estrinseco orienta gli occhi (più precisamente la fovea) verso l'oggetto di interesse. Questa condizione è detta di ortoforia, mentre se gli occhi non vengono orientati adeguatamente, può presentarsi una condizione di deviazione, chiamata eteroforia, che entro certi limiti può essere considerata fisiologica. Le forie, così come la disparità di fissazione, possono influenzare sia la qualità della visione sia il confort del soggetto. Durante la visione binoculare una minima disparità di fissazione è spesso riscontrabile, in quanto un occhio fissa esattamente l'oggetto mentre l'altro

non è diretto esattamente nel medesimo punto, oppure entrambi gli occhi si discostano leggermente dal punto esatto. In ogni caso però l'immagine osservata può essere fusa se ricade in un particolare volume localizzato intorno all'oroptero chiamato area di Panum[3]. Quest'area ha un'estensione che varia tra 10' e 40' d'arco considerando le porzioni orizzontali centrale e paracentrale a 15° di eccentricità retinica. Quando la disparità di fissazione eccede quest'area la si verifica diplopia, mentre se i due punti osservati sono compresi nell'area di Panum vengono fusi in un'unica percezione nonostante stimolino aree retiniche non esattamente corrispondenti. Quando non è soddisfatta la condizione di ortoforia, perciò gli assi visivi dei due occhi non sono allineati su un punto oggetto e il suddetto oggetto non forma la sua immagine su aree retiniche corrispondenti, sono necessari dei movimenti degli occhi affinchè la fusione sensoriale si possa manifestare. Questa condizione porta il soggetto a presentare eteroforia (o strabismo latente) quando solo l'assenza di fusione permette di rilevare la deviazione (che in questo caso è solitamente ripartita tra entrambi gli occhi), o eterotropia quando un occhio appare diretto verso l'oggetto e l'altro deviato e la visione binoculare viene persa. La condizione di eteroforia è molto più frequente (circa l'80% dei soggetti) rispetto all'ortoforia. Le eteroforie vengono generalmente catalogate suddividendole tra orizzontali, verticali e torsionali. Le deviazioni orizzontali sono quelle generalmente più valutate nella pratica clinica, così come in questo studio, poiché sono legate alla condizione refrattiva dall'attività dell'accomodazione e vengono suddivise in esoforie ed exoforie. La condizione di esoforia è quella in cui gli occhi sono portati a fissare un punto più vicino di quello di riferimento (gli occhi "ruotano verso l'interno", mentre nell'exoforia il punto fissato risulta essere più lontano di quello di riferimento (gli occhi "ruotano verso l'esterno"). Va, infine, sottolineato che la condizione di esoforia viene considerata di tipo attivo, poiché può essere ottenuta con la convergenza; mentre l'exoforia è considerata passiva poiché non stimolabile volontariamente. Inoltre anche la posizione di riposo degli occhi è fisiologicamente leggermente divergente.

CONVERGENZA E ACCOMODAZIONE

Quando comunemente un soggetto osserva un oggetto a breve distanza, si verificano tre fenomeni che insieme prendono il nome di *triade prossimale*[4]: convergenza, accomodazione e miosi pupillare. Tuttavia, ognuno di questi tre fenomeni ha un suo grado di indipendenza e può essere utilizzato per raggiungere la visione binoculare nitida e singola. Per ottenere ciò la visione tende ad una condizione in cui accomodazione e convergenza si trovano sullo stesso piano (*match accomodazione-convergenza*). All'interno della triade invece la pupilla mostra particolare indipendenza e varia molto tra i soggetti.

Il movimento di convergenza è utilizzato quando si osservano oggetti ad una distanza finita. Opposto a questo movimento è la divergenza, che si verifica guardando un oggetto posto a maggiore distanza. La convergenza è considerata come il risultato di una partecipazione di tre componenti: psichica (induce la convergenza volontaria o prossimale), fisiologica (responsabile della convergenza tonica) e accomodativa (Maddox, 1893). La convergenza, infatti, si associa fisiologicamente allo sforzo accomodativo. Dato che la convergenza tonica e quella prossimale sono generalmente stabili per il singolo soggetto, le variazioni di convergenza sono in maggior parte dovute alla convergenza accomodativa.

L'accomodazione è comunemente considerata come la variazione (o più precisamente l'aumento, altrimenti è chiamata disaccomodazione) del potere diottrico del sistemo ottico dell'occhio, legata ad un complesso controllo neurologico multilivello. Questa variazione mira ad ottenere a ottenere e mantenere la focalizzazione sulla zona ad alta risoluzione o fovea dell'immagine di un oggetto. Dal punto di vista anatomico, un occhio con la struttura di quello umano potrebbe accomodare in vari modi, sfruttando la modifica di alcune strutture fondamentali che lo compongono: il cristallino, la dimensione antero-posteriore dell'occhio, la cornea, l'umor acqueo. Nell'uomo però l'accomodazione viene considerata legata unicamente a variazioni ottiche del cristallino, mentre le altre variazioni che causano un aumento del potere vengono considerate come anomalie e non come parte del processo accomodativo (Charman, 2008).

Nei secoli sono stati presentati vari modelli di funzionamento del sistema accomodativo, che presentano teorie anche piuttosto diverse tra loro, e ancora oggi rimangono diversi punti oscuri circa questo argomento. Il modello generalmente più diffuso è quello introdotto da H. von Helmholtz nell'800 e successivamente perfezionato da Gullstrand, Fincham, Weale, Fischer e altri.

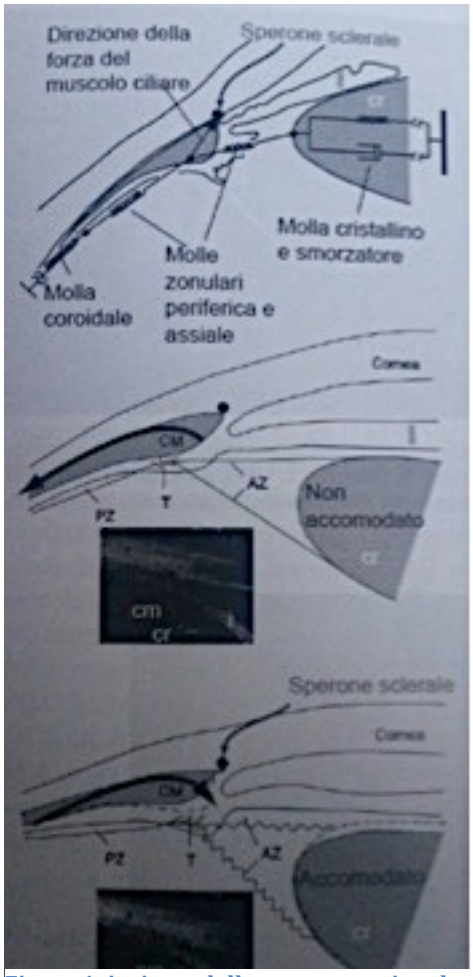


Figura 1: insieme delle strutture coinvolte nell'accomodazione.

Questo modello prevede che il cristallino sia sottoposto a tensione con il muscolo ciliare in stato di riposo durante l'osservazione da lontano; la contrazione del muscolo ciliare che avvicina il corpo ciliare all'equatore del cristallino; un conseguente rilassamento delle fibre della zonula di Zinn e l'incurvamento del cristallino stesso (permesso dall'elasticità e/o plasticità delle proprie capsula e corteccia). Nella disaccomodazione al contrario il rilassamento del muscolo ciliare lo allontana dal cristallino ed esercita una trazione passiva sulla zonula di Zinn, così da appiattire il cristallino.

In soggetti normali la risposta accomodativa non corrisponde esattamente allo stimolo, ma la visione è ugualmente nitida poiché l'errore di focalizzazione causato è ovviato dalla profondità di fuoco dell'occhio (entro certi limiti, altrimenti la visione risulta sfuocata). Per stimoli a grande distanza la risposta accomodativa è leggermente superiore (*lead* o anticipo accomodativo), mentre per stimoli a breve distanza è lievemente inferiore (*lag* o ritardo accomodativo). Il rapporto tra accomodazione e convergenza è molto stretto ed è riscontrabile in entrambi i sensi. L'attività accomodativa induce convergenza, mediamente di circa 4 diottrie prismatiche di convergenza per ogni diottria di accomodazione. Al

contrario la vergenza provoca, per legame d'innervazione, accomodazione, con una rapporto di circa 0,4-0,5 diottrie di accomodazione indotta ogni sei diottrie prismatiche di vergenza. Questa variazione è inversamente proporzionale all'età[5].

ANOMALIE DELL'ACCOMODAZIONE

L'accomodazione è influenzata da molti fattori e risponde in modo complesso a vari stimoli. Essa, infatti, può essere facilmente influenzata da disturbi funzionali della visione (specialmente della visione binoculare), patologie oculari o sistemiche, traumi, percezioni anomale e effetti di farmaci locali o sistemici. Secondo una recente classificazione[6] si suddividono i disturbi dell'accomodazione in: accomodazione mal sostenuta (l'affaticamento si presenta dopo stimoli ripetuti e prima del tempo medio); paralisi accomodativa (causata da farmaci, intossicazioni, traumi, patologie oculari o sistemiche; insufficienza accomodativa; spasmo o eccesso accomodativo; inerzia accomodativa (le ultime tre tipologie saranno trattate maggiormente nel dettaglio in seguito). Differente è, invece, il caso della presbiopia, che è un processo legato principalmente a variazioni con l'età di vari aspetti fisiologici del cristallino che inizia in ogni individuo fin dalla nascita e provoca una diminuzione graduale dell'ampiezza accomodativa. Quando un soggetto presenta un'ampiezza accomodativa inferiore alle 4D è per definizione presbite e ciò avviene mediamente superati i 40 anni di età.

Insufficienza accomodativa: il soggetto spesso presenta affaticamento visivo da vicino, sensazione di bruciore e/o lacrimazione, annebbiamento visivo occasionale e astenopia, affaticamento e talvolta sonnolenza e tende ad evitare la lettura e il lavoro prossimale; generalmente l'ampiezza accomodativa è inferiore a quella attesa per l'età, il test del flipper accomodativo presenta negativo lento e può essere associata ad eccesso di convergenza (se AC/A è alto), oltre a mostrare una buona accettabilità di positivo. Generalmente viene trattata con l'utilizzo di lenti positive (più comune) o prismi gemellati verticali a base alta; associato o meno a esercizi di vision training per la flessibilità accomodativa e la motilità oculare.

Eccesso accomodativo: in anamnesi il soggetto riporta affaticamento visivo da vicino associato a sensazione di pesantezza e bruciore, annebbiamento a distanza, soprattutto nel passaggio da vicino a lontano dopo molte ore di lavoro prossimale, astenopia, mal di testa e a volte ipersensibilità alla luce. Il soggetto presenta una risposta dell'accomodazione superiore alla vergenza ottica dello stimolo oltre il lead fisiologico, possibile acuità visiva ridotta a distanza, flipper accomodativo con positivo lento e bassa accettabilità di positivo. Talvolta può essere associato a proiezione miopica. Il trattamento prevede, oltre a esercizi di vision training per flessibilità accomodativa e motilità oculare, l'utilizzo di prismi gemellati verticali a base bassa e la possibilità di migliorare le condizioni posturali durante l'attività prossimale (ad es. utilizzo del piano inclinato).

Inerzia accomodativa: si evidenziano in anamnesi astenopia, mal di testa, movimento del testo durante la lettura e generale affaticamento visivo da vicino (con conseguente tendenza ad evitare il lavoro prossimale), annebbiamento a distanza e riduzione della REVIP, oltre ad un possibile adattamento posturale anomalo. Il soggetto presenta generalmente ARP e ARN entrambe basse, flipper accomodativo positivo e negativo lenti, probabili riserve fusionali basse e bassa accettabilità di positivo. Si tratta usualmente con esercizi di vision training o tramite l'utilizzo di prismi gemellati verticali a base bassa[7].

Nel trattamento di vision training utilizzato in questo studio viene valutata, infatti, anche l'influenza degli esercizi proposti in casi di anomalie dell'accomodazione, come esposto nei capitoli seguenti.

1.2: INFLUENZA DELL'AMBIENTE E DELLE DISTANZE DI LAVORO

Al giorno d'oggi, l'utilizzo sempre maggiore di apparecchiature tecnologiche (pc, tablet, smartphone) durante l'attività lavorativa e nel tempo libero, unito alle ore di studio, porta soprattutto i soggetti giovani (fascia d'età compresa tra i 20 e 30 anni, in cui ricadono i soggetti analizzati nello studio) a richiedere al proprio organismo uno sforzo inusuale per l'essere umano. Infatti per svolgere tutte queste attività generalmente si trascorrono molte ore in posizione immobile o

quasi, generalmente seduti, concentrando lo sforzo visivo e l'attenzione per lunghi periodi su un piano bidimensionale, generalmente posto a breve distanza (30-40 cm per un libro o un tablet, 50-100 cm per un pc). In questo modo si richiede all'organismo di integrare a lungo accomodazione e convergenza, in contrasto con gli standard fisiologici; ma il prolungarsi di tali sforzi di concentrazione e attenzione attiva il sistema nervoso autonomo che interferisce con la capacità di integrare il lavoro di convergenza e accomodazione, provocando una riduzione della performance visiva e della qualità del lavoro svolto. L'accomodazione, infatti, è controllata dal sistema nervoso autonomo in modo involontario, mentre quando l'organismo viene sottoposto ad una situazione di stress l'attivazione del sistema nervoso simpatico (come strategia di difesa dalla condizione di stress fisico) provoca il rilascio di adrenalina, che possiede un effetto cicloplegico e contribuisce all'allontanamento dell'accomodazione dal piano osservato, con conseguente perdita della qualità della visione. A questo punto l'organismo si attiva, attraverso il sistema parasimpatico, per riportare l'accomodazione sul piano di fissazione e per farlo utilizza la convergenza, provocando così il fenomeno chiamato eso-shift (la convergenza si trova più vicina dell'accomodazione; che provocherebbe disturbi nella visione binoculare. Per evitare ciò gli occhi sono portati a divergere e questo provoca un nuovo rilassamento dell'accomodazione, facendo così entrare l'organismo del soggetto in una sorta di circolo vizioso causato dallo stress visivo. Molti problemi visivi perciò si sviluppano come conseguenza di una eccessiva richiesta di sforzo visivo nel lavoro prolungato da vicino, spesso in condizioni non ottimali per quanto riguarda la postura, l'illuminazione, ecc. La conseguenza di ciò generalmente è la comparsa di errori refrattivi, disfunzioni accomodative e binoculari, con conseguente disagio o impossibilità nello svolgere le attività prossimali. Lo stress fisico causato da cattive condizioni ambientali di lavoro oltre ad un disagio momentaneo provoca perciò effetti negativi sulla visione e spesso di conseguenza anche sul benessere fisico. Non è infatti solo una cattiva postura ad influenzare la visione, ma anche al contrario una cattiva visione a costringere il soggetto a posture inadeguate che possono portare a dolori fisici di vario genere.

A livello optometrico, le manifestazioni dello stress visivo più comuni e immediate, osservando il soggetto, sono la distanza di lavoro ridotta rispetto alla norma, l'astenopia, oltre alla difficoltà a svolgere attività prossimali per lungo tempo e l'affaticamento (con possibili mal di testa o annebbiamenti) riportati in anamnesi dal soggetto stesso. A livello refrattivo lo stress visivo prolungato può portare ad uno sviluppo della miopia (aumento della progressione miopica) e allo sviluppo di anisometropia se la postura tenuta durante il lavoro prossimale è scorretta e asimmetrica; oppure un'ipermetropia più alta e significativa dell'ipermetropia fisiologica per ridurre l'iperconvergenza strutturando l'inibizione dell'accomodazione. A livello di vergenze e accomodazione, invece, comune-mente si può riscontrare nei soggetti un possibile eccesso di convergenza, o un'insufficienza accomodativa come risposta adattativa dell'organismo per ridurre l'iperconvergenza creata dallo stress visivo.

Tutti questi fatti evidenziano come sia sempre più fondamentale riconoscere e studiare l'importanza della correlazione tra sistema visivo e postura, e l'importanza di lavorare (o studiare) in un ambiente ergonomicamente corretto; così da non sottoporre il proprio fisico ad ulteriori stress visivi e fisici, dannosi per l'organismo. Negli ultimi decenni, numerosi studi come quelli di Harmon, Forrest, Bles, Wit e molti altri hanno confermato la doppia correlazione tra visione e postura. Gli studi di Forrest, infatti, hanno confermato come una scorretta postura può indurre astigmatismo, mentre Harmon tra gli anni '50 e '60 ottenne importanti risultati sull'influenza dei vari problemi visivi nella posizione della testa tenuta durante il lavoro prossimale, con i conseguenti problemi di postura relativi (Harmon, 1958).

Primo passo fondamentale per ridurre lo stress visivo è, perciò, lavorare mantenendo una corretta postura. La postura è definita come l'atteggiamento abituale di una persona, determinato dalla contrazione di gruppi di muscoli scheletrici che si oppongono alla gravità e dal modo con il quale l'individuo comunica con l'ambiente esterno. La postura è l'adattamento personalizzato di ogni individuo all'ambiente fisico, psichico ed emozionale[8]. Numerosi studi hanno evidenziato correlazioni tra problemi refrattivi e posturali, problemi visivi e

superfici di lavoro e tra la postura abituale durante lo studio e le distorsioni geometriche causate da una postura errata. La postura corretta per svolgere attività alla scrivania quali studio, lavoro al videoterminale, ecc, prevede una situazione di equilibrio in cui i principali muscoli del corpo siano in uno stato di azione minimo e pronti a lavorare, mentre la visione sia in una condizione di minimo affaticamento. La condizione illustrata in figura evidenzia la posizione corretta, nella quale si nota un leggero aumento della cifosi e una diminuzione della lordosi della colonna; con l'asse gravitazionale che interseca la linea mediana tra i centri del femore e, se prolungato, interseca il margine anteriore della settima vertebra cervicale. Per quanto riguarda la posizione della testa, la situazione ideale prevede ambedue gli occhi equidistanti dal centro del punto di fissazione e il punto di fissazione posto su una linea tracciata dal piano mediano della testa ed il tronco. Per assumere questa postura è stato provato che la superficie di lavoro più adatta non è piatta (come i classici banchi o scrivanie), ma un piano inclinato di circa 20° illuminato in modo uniforme, le cui superfici abbiano un contrasto inferiore a 3/1[9]. Nel caso di lavoratori con videoterminale invece la superficie di lavoro deve permettere una disposizione flessibile di schermo, tastiera e altri strumenti necessari onde evitare eccessivi movimenti della testa e degli occhi durante il lavoro; e avere un'altezza che permetta all'operatore di appoggiare il tronco allo schienale della sedia e l'avambraccio sul piano di lavoro.

Figura 2: postura corretta in condizioni di lavoro con un piano inclinato di 20°.

Fondamentale per ridurre lo stress visivo è, inoltre, una corretta illuminazione della postazione di lavoro, soprattutto per operatori di videoterminale. Se l'illuminazione è di tipo naturale è importante che provenga lateralmente (finestre parallele alla linea di sguardo) e non frontalmente o dalle spalle dell'operatore. Inoltre è necessario che le finestre possano essere schermate da tende o "veneziane". In caso di sorgenti artificiali, invece, la soluzione ideale prevede l'utilizzo di lampade bianche a tonalità calda, disposte a soffitto in file parallele

alla direzione di sguardo del soggetto, possibilmente non esattamente sopra la sua testa, per evitare proiezione di ombre.

Infine un ruolo fondamentale lo ricopre la sedia, che deve essere comoda, stabile, con schienale regolabile in altezza ed inclinazione, onde permettere il maggior comfort possibile durante le ore di lavoro.

Un ultimo aspetto importante da considerare per i lavoratori che passano molte ore alla scrivania e/o al videoterminale è quello dell'interruzione del lavoro prossimale. Il miglior modo, infatti, per ridurre lo stress visivo è spesso interrompere anche solo per 10-15 minuti il lavoro alla ogni ora/ora e mezza, facendo una pausa in cui permettere agli occhi di osservare a distanza (fuori da una finestra, in una stanza ampia, ecc.), evitando, però, di trascorrere l'interruzione dal lavoro o dallo studio ad esempio controllando le notifiche del cellulare o consultando il proprio tablet; per non ricadere nel circolo vizioso dello stress visivo.

1.3: RELAZIONE TRA MIOPIA E ATTIVITA' PROSSIMALE

Tra le cause più citate d'insorgenza o aumento della miopia, specialmente in soggetti giovani in età scolare, vi è un eccesso di attività visiva a breve distanza e conseguente attività accomodativa. Storicamente vi sono state due scuole di pensiero riguardo le cause di questo aumento della miopia: alcuni studiosi, come Cohn, teorizzano che l'utilizzo eccessivo dell'accomodazione possa essere la causa della miopia; mentre altre correnti di pensiero identificano l'insorgenza della miopia come una strategia di adattamento all'affaticamento e allo stress visivo prodotto dall'attività prossimale, poiché queste attività per soggetti miopi sono leggermente più agevoli. Se in passato queste teorie erano state accettate come causa principale dell'insorgenza della miopia, studi più recenti hanno dimostrato che la relazione tra miopia e attività prossimale è sicuramente molto forte, ma probabilmente secondaria ad esempio al poco tempo dedicato alle attività all'aperto (con relativa poca esposizione alla luce solare) come fattore fondamentale per l'insorgenza della miopia[10]. Quello che è certamente provato è

che molto frequentemente la miopia di grado lieve o moderato ha inizio nell'età della scolarizzazione, particolarmente in soggetti come gli studenti che passano molte ore in condizione di lavoro a distanza ridotta; perciò l'attività prossimale può certamente essere considerata come un fattore contribuente e aggravante per l'insorgere della miopia in età giovanile.

1.4: IL VISION TRAINING

Il vision training viene definito come "le procedure di rimedio e miglioramento usate per modificare la performance visiva"[11]. E' perciò un approccio clinico che mira alla correzione dei problemi visivi e al miglioramento e ottimizzazione delle abilità visive per garantire al soggetto il massimo rendimento in tutte le attività che coinvolgono la visione (ad es. lavoro, sport, ecc.). E' inoltre fondamentale sottolineare che si tratta di una terapia non medica, non chirurgica, che comporta una serie di sedute in studio sotto la supervisione di un optometrista e/o degli esercizi da svolgere a casa pianificati assieme allo specialista. Il VT si propone di aiutare il soggetto ad assumere maggiore consapevolezza di sé stesso e del proprio corpo; così da poter ottenere delle migliori prestazioni visive grazie all'allenamento e alla concentrazione. E' infatti necessario sottolineare che può prendere parte a un programma di VT non solo un soggetto che presenti delle disfunzioni visive, ma anche qualsiasi persona che desideri aumentare le proprie capacità visive (ad es. sportivi, professionisti in attività che richiedano particolari abilità visive, ecc.)

VISION TRAINING ACCOMODATIVO

Le tecniche di VT per l'accomodazione sono mirate principalmente a risolvere i casi di insufficienza, eccesso, o inerzia accomodativa. A seconda della disfunzione di volta in volta corretta possono esserci dei cambiamenti in alcuni particolari delle tecniche utilizzate, ma tutte le strategie di VT accomodativo fanno riferimento a questi principi base[12]:

- sensazione da parte del soggetto dello stimolo e del rilassamento del sistema accomodativo
- capacità di mettere a fuoco nel minor tempo possibile la mira osservata
- se possibile far manipolare al soggetto le lenti anziché all'optometrista
- procedere con i cambiamenti quando il soggetto padroneggia l'abilità visiva richiesta
- cercare di uniformare la performance dei due occhi

In quasi tutte le principali tecniche di VT accomodativo per stimolare o rilassare l'accomodazione si utilizzano, con differenti tecniche, lenti positive e negative oppure mire a differenti distanze di lettura. In tutte le tecniche di VT accomodativo, i principi generali per aumentare la difficoltà degli esercizi sono: aumentare il potere delle lenti (con lenti negative), ridurre la distanza di lavoro (da vicino, aumentarla in caso di visione da lontano). Chiaramente per diminuire la difficoltà basterà operare al contrario in ciascun metodo13. Alle tecniche di VT accomodativo generalmente vengono associati anche esercizi per migliorare la motilità oculare e la capacità di vergenza.

CAPITOLO 2: LO STUDIO

2.1: SELEZIONE DEI SOGGETTI

I soggetti che hanno partecipato allo studio sono stati selezionati secondo criteri ben precisi:

- Studenti iscritti all'Università degli Studi di Padova. Questo criterio è stato necessario principalmente per motivi burocratico assicurativi poiché l'intero studio si è svolto, dai controlli inziale e finale alle sedute di VT con l'operatore, presso i laboratori del CdL in Ottica e Optometria dell'Università degli Studi di Padova
- Soggetti con età compresa tra i 20 e i 25 anni, così che le caratteristiche del sistema accomodativo dei soggetti non fossero molto differenti

- Soggetti miopi, corretti con occhiali o LaC morbide(sferiche o toriche), con eventuale astigmatismo compreso tra 0 e 2,50 D
- Soggetti che non presentassero patologie oculari diagnosticate o in corso
- Soggetti che presentassero un'AV con correzione(occhiali o LaC) di almeno 0,8/1,0 in monoculare in entrambi gli occhi.

I partecipanti hanno aderito in modo volontario allo studio, in un numero iniziale di 21 soggetti. Dopo il controllo iniziale due di questi soggetti hanno dovuto abbandonare lo studio poiché non raggiungevano la minima AV richiesta, mentre un altro soggetto ha dovuto abbandonare lo studio dopo poche sedute per impossibilità a seguire con costanza le sedute di VT. Il numero totale di soggetti che hanno partecipato allo studio è stato perciò di 18 persone.

2.2: MATERIALI E METODI: IL CONTROLLO INIZIALE, INTERMEDIO E FINALE

Lo studio prevede un controllo inziale per stabilire l'idoneità del soggetto a partecipare al progetto e ottenere una diagnosi optometrica circa la presenza o meno di disfunzioni accomodative o binoculari, e un controllo dopo quattro e otto settimane(a metà e al termine del trattamento di VT) per valutare gli eventuali cambiamenti ottenuti. Tutte e tre le sessioni di controllo sono state svolte presso la medesima postazione dei laboratori di optometria del CdL di Ottica e Optometria dell'Università degli Studi di Padova. I test utilizzati per eseguire la raccolta dei dati sperimentali sono elencati di seguito, mentre il protocollo scientifico dello studio, assieme ad una copia delle schede utilizzate per la raccolta dati, è riportato in Appendice A.

ANAMNESI

L'anamnesi, breve colloquio tra l'operatore e il soggetto, era tesa soprattutto a valutare la "storia clinica" della miopia(età di insorgenza, progressione media annua fino ad arrivare alla condizione attuale, eventuale presenza di miopia nei

familiari, ecc.), oltre ovviamente ad indagare la situazione visiva generale del soggetto. Non sono stati utilizzati questionari standard. Nei controlli dopo quattro e otto settimane è stato chiesto ai soggetti di riportare qualsiasi cambiamento in positivo o negativo che avessero riscontrato dall'inizio del trattamento.

OTTOTIPO

Per la misura dell'acuità visiva spaziale[14] è stato utilizzato un ottotipo computerizzato(CSO vision chart), selezionando i simboli alfabetici, molto diffusi nella pratica clinica per la facilità di utilizzo. Lo strumento è dotato di uno schermo LCD ad alta definizione (1280x1024) di dimensione 19" (diagonale) con un contrasto di 500:1 e massima luminosità di 280 cd/m². Le lettere sono presentate secondo la progressione LogMAR (Bailey e Lovie, 1976), definita dal logaritmo del minimo angolo di risoluzione(MAR). La scala Log MAR è adottata come standard ISO. Lo spazio tra le varie linee e lettere inoltre varia per mantenere l'affollamento costante[14]. L'AV è stata annotata utilizzando una scala che presenta un valore minimo di 0.8/1.0(necessario per partecipare allo studio) ad un massimo di 2.0/1.0. Al soggetto, posto seduto a 4 metri di distanza dall'ottotipo, in condizione prima monoculare e poi binoculare, viene chiesto di leggere le lettere indicate fino alla massima AV percepita.

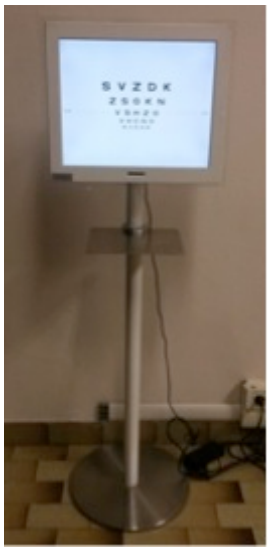


Figura 3: ottotipo CSO Vision Chart

RETINOSCOPIA NOTT

La retinoscopia Nott è stata utilizzata nello studio per valutare la risposta accomodativa dei soggetti(eventuale presenza di lag o lead). E' un esame di tipo ambientale ed è stato svolto ponendo sulla linea di sguardo del soggetto una mira (il test è stato svolto prima con una carta a T con lettere e figure, poi con un

ottotipo 0,75M e infine con uno 0,37M). Al soggetto è stato chiesto di leggere a voce alta le lettere o il testo presentato sull'ottotipo, in condizioni normali di illuminazione. L'operatore, dopo aver allineato e posizionato il retinoscopio sul limite superiore dell'ottotipo, neutralizzava ogni occhio spostandosi verso o allontanandosi dagli occhi del paziente. La differenza diottrica tra la distanza della mira e la distanza del retinoscopio corrisponde alla risposta accomodativa del soggetto.

FORIE DA LONTANO E VICINO

Per la valutazione delle forie da lontano al soggetto(sempre con correzione in uso), seduto a 4 metri dall'ottotipo, in condizioni di illuminazione ambientale normale, è stata sottoposta come mira una linea verticale di lettere. L'operatore ha utilizzato due barre di prismi (poste davanti agli occhi del soggetto, inizialmente 6 Dp a base bassa (BB) davanti all'occhio sinistro, 15 Dp a base interna (BI) davanti all'occhio destro) per produrre lo sdoppiamento della mira. L'operatore ha poi spostato la barra di prismi davanti all'occhio destro fino ad ottenere l'allineamento delle due mire da parte del soggetto e quantificare così l'eventuale presenza di forie da lontano.

Figura 4: barre di prismi

Per la valutazione delle forie da vicino la tecnica utilizzata è stata la medesima, partendo però generalmente da 9 Dp a BB davanti all'occhio sinistro e 20 Dp a BI davanti all'occhio destro.

FLIPPER ±2,00D E 8DpBI/12DpBE

Il flipper accomodativo ±2,00D consente di stimare l'abilità del soggetto a mantenere una visione nitida durante la stimolazione e l'inibizione dell'accomodazione, quindi di verificare la flessibilità accomodativa. Tale abilità è legata alla facilità con la quale il soggetto può rapidamente ed efficacemente variare la focalizzazione a varie distanze d'osservazione. Il test è stato eseguito sia monocularmente che binocularmente (binocularmente la convergenza rimane ferma al piano di lavoro mentre varia l'accomodazione). Il test è stato svolto in condizioni di visione prossimale, utilizzando un ottotipo in cartoncino 0,62M. E' stato registrato il numero di cicli al minuto che è riuscito a compiere il soggetto, oltre all'eventuale difficoltà incontrata con le lenti positive o con le lenti negative.

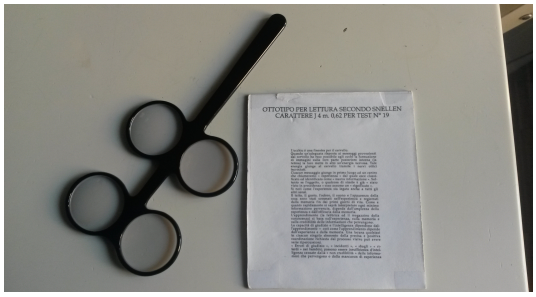


Figura 5: flipper accomodativo e ottotipo 0,62M

Il flipper 8DpBI/12DpBE invece, è stato utilizzato per valutare la flessibilità di vergenza del soggetto. Anche in questo caso è stato utilizzato come mira l'ottotipo con acuità 0,62M e sono stati annotati il numero di cicli al minuto compiuti.

PUNTO PROSSIMO DI RENDIMENTO

Nello studio si è voluto valutare il punto prossimo di accomodazione del soggetto perciò è stata usata una mira(matita) che riportasse lettere di AV vicina a quella minima rilevata dal soggetto. La mira è stata avvicinata al soggetto partendo da circa 50 cm di distanza 20/30° sotto la linea primaria di sguardo, fino ad arrivare ad altezza degli occhi, chiedendo al soggetto di riferire il momento in cui il brano iniziava ad annebbiarsi. Il procedimento poi è stato ripetuto al contrario chiedendo di riferire il momento in cui la mira tornava nitida. I dati forniti da questo test sono stati poi confrontati con la distanza di lettura del soggetto e la distanza di Harmon.

DISTANZA DI LETTURA E DISTANZA DI HARMON

Per la misurazione della distanza di lettura è stato chiesto al soggetto di posizionare un ottotipo 0.62M alla distanza cui usualmente lo avrebbe letto, misurando poi la distanza tra ottotipo e occhi del soggetto tramite l'utilizzo di un comune metro da sarta.

Per quanto riguarda la distanza di Harmon invece è stata misurata, sempre tramite un metro da sarta, la distanza tra il gomito del soggetto e la prima nocca del dito medio della mano.

Queste due misurazioni sono state poi rapportate al punto prossimo di rendimento per valutare se ci potessero essere eventuali squilibri nella condizione in cui il soggetto normalmente svolge il proprio lavoro prossimale di lettura e trarne eventuali informazioni utili al fine della diagnosi optometrica.

2.3: MATERIALI E METODI: IL TRATTAMENTO DI VISION TRAINING

Il trattamento di VT utilizzato nello studio prevede 5 sedute settimanali, che i soggetti svolgevano dal lunedì al venerdì. Le cinque sedute erano suddivise in due fasi: la prima di due giorni in laboratorio nelle quali veniva eseguito l'esercizio "Mental minus", e la seconda di tre giorni in cui il soggetto svolgeva l'esercizio con l'Hart's chart a casa propria. Sedute di *Mental minus* ed *Hart's chart* venivano svolte a giorni alterni. La durata del trattamento è stata di 8 settimane, con visite di controllo dopo 4 e 8 settimane dal suo inizio. Ai soggetti è stato chiesto di mantenere le medesime condizioni di esecuzione degli esercizi casalinghi per quanto riguarda posizionamento e condizioni di illuminazione. Tutte le sedute di VT sono state svolte con la correzione in uso.

MENTAL MINUS

Questo esercizio pone come obiettivo l'acquisizione di un ottimo controllo accomodativo a livello oculo-motorio e sensori-motorio. L'esercizio prevede sei tappe differenti, illustrate in dettaglio in Appendice A. Il *Mental minus* unisce la possibilità di sviluppare la flessibilità accomodativa alla capacità da parte del soggetto di capire come "controllare" il più possibile il proprio sistema accomodativo, così da renderlo particolarmente coinvolto e motivato nel proseguire la terapia man mano che si rende conto dei risultati ottenuti. E' inoltre un esercizio di tipo ambientale che non prevede l'utilizzo di complicati o costosi macchinari. Per svolgerlo infatti occorrono unicamente:

- un occlusore opaco
- lenti negative di -5/-7/-9 D
- ottotipo (per le sedute di vision training è stato utilizzato il medesimo ottotipo delle visite di controllo)

HART'S CHART

Questo esercizio prevede l'utilizzo di una tabella cartacea con dieci righe di lettere da dieci lettere ognuna, posta di fronte al soggetto in visione prossimale (dimensioni chart: 3,5x3,5 cm); ed una tabella con lo stesso numero di righe e lettere posta in condizioni di visione in distanza (dimensione chart: 10x10 cm). Il soggetto, in posizione eretta, deve leggere alternativamente una lettera sulla chart prossimale ed una sulla chart da lontano, partendo dalla prima lettera in alto a sinistra. Le distanze di partenza utilizzate nello studio sono state di 40 cm da vicino e 3 m

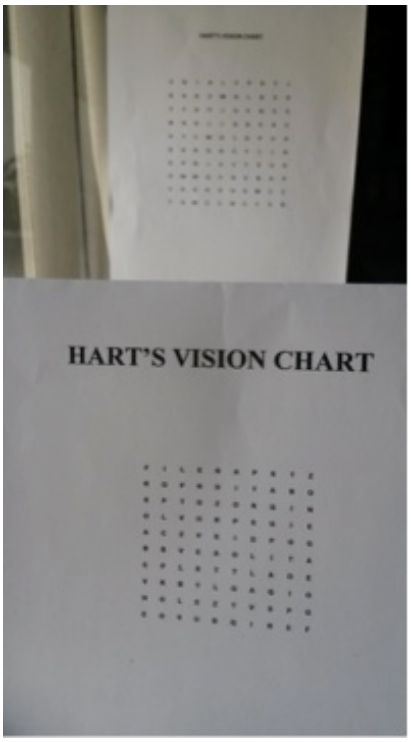


Figura 6: Hart's charts utilizzate nello studio

da lontano. Qualora per il soggetto i 3 m di partenza rendessero l'esercizio impossibile da svolgere durante le prime sedute, è stato deciso di partire dalla massima distanza cui il soggetto potesse svolgere l'esercizio (eventuali modifiche nelle distanze di partenza sono state annotate nelle schede per monitorare i progressi). La procedura precisa di svolgimento dell'esercizio è presentata in appendice.

2.4: ANALISI STATISTICA

I dati rilevati nello studio sono stati elaborati, secondo analisi statistiche sia di tipo descrittivo che inferenziale.
Sono stati calcolati i principali indici statistici di tendenza centrale e variabilità per le variabili acuità visiva, flipper accomodativo (OD, OS, binoculare) e flipper prismatico binoculare.
Per verificare la significatività dei dati raccolti prima e dopo il trattamento di vision training, visto anche il numero ridotto di osservazioni, è stato scelto il test di Wilcoxon. Si tratta di un test non parametrico dal momento che non vengono effettuate assunzioni sulla distribuzione dei parametri studiati. Le osservazioni in uno studio di due campioni dipendenti (appaiati) sono classificate numericamente dalla più grande alla più piccola, senza badare se le osservazioni provengono dal primo campione o dal secondo.

Vengono formulate due ipotesi: la prima, chiamata H_0 o ipotesi nulla, è che la mediana delle differenze tra i dati raccolti prima e dopo il trattamento per ciascuna variabile sia uguale a zero. In questo caso il trattamento non ha portato effetti sui soggetti analizzati. La seconda ipotesi, chiamata H_1 o ipotesi alternativa, è che la mediana delle differenze sia diversa da zero, con la conseguenza che il trattamento ha portato degli effetti sul gruppo di soggetti analizzato[15]. Nel formulare la seconda ipotesi si deve tener conto se utilizzare un test a una coda o due code: nel primo caso si suppone che il sottoporsi al trattamento di vision training possa influenzare le variabili analizzate(AV, valori del flipper accomodativo e prismatico) portando solo o ad un peggioramento dei risultati

ottenuti, o ad una miglioramento (la variabile perciò sarebbe stata influenzata unicamente in una direzione). Nel caso del test a due code invece la variabile può essere influenzata in entrambe le direzioni. Nel nostro caso perciò, non potendo prevedere se il trattamento di vision training avrebbe portato dopo otto settimane ad un miglioramento o peggioramento nei dati rilevati per le variabili considerate, è stato scelto di utilizzare il test a due code e le ipotesi del test di Wilcoxon sono perciò le seguenti:

- H_0 : mediana differenze = 0
- H_1 : mediana differenze $\neq$ 0

Per ogni variabile analizzata si calcolano quindi le differenze tra i dati prima e dopo lo studio, si ordinano in modo crescente(considerando il valore assoluto) e si calcolano i rispettivi ranghi(tornando infine ad assegnare il segno positivo o negativo). A questo punto, grazie all'utilizzo di un programma per i calcoli statistici, si ottiene come output il parametro "z", che viene confrontato con tabelle dei valori di soglia critica di "z". Nel nostro caso, utilizzando il test a due code, il valore critico di "z" è 1.96. Il programma per il calcolo statistico fornisce anche un valore chiamato "p-value", o livello di significatività osservato. Questo valore rappresenta la probabilità di osservare un valore della statistica test uguale o più estremo del valore che si calcola a partire dal campione, quando l'ipotesi H_0 è vera. Se il "p-value" è maggiore o uguale ad α(valore di significatività critico, confrontato in tabella) l'ipotesi nulla viene accettata, altrimenti viene rifiutata. Il valore di α critico nel nostro caso è di 0.05[16].

Se l'ipotesi nulla è vera, ossia non c'è nessuna differenza reale tra i campioni, la somma dei punteggi dovrebbe avvicinarsi a 0; se la somma delle differenze è considerevolmente diversa da 0, l'ipotesi nulla può essere rigettata. Nel capitolo successivo saranno illustrati, per ciascuna variabile analizzata nello studio, i risultati ottenuti con il test di Wilcoxon, cha saranno poi discussi nel quarto capitolo.

CAPITOLO 3: RISULTATI

3.1: DESCRIZIONE DELLE VARIABILI

Il gruppo di soggetti analizzato nello studio è composto da 18 persone, di età compresa tra i 20 e i 25 anni, così che lo stato del sistema accomodativo dei soggetti potesse essere simile, ed età media di 21,4 ± 1,5 anni. Qui di seguito riportiamo tre grafici relativi alla distribuzione dei 18 soggetti secondo sesso (82,3% donne), età (83,3% dei soggetti tra i 20 e i 22 anni) e entità dell'ametropia (8 con miopia tra 0-3 D, 8 tra 3-6 D, 2 con miopia >6 D):

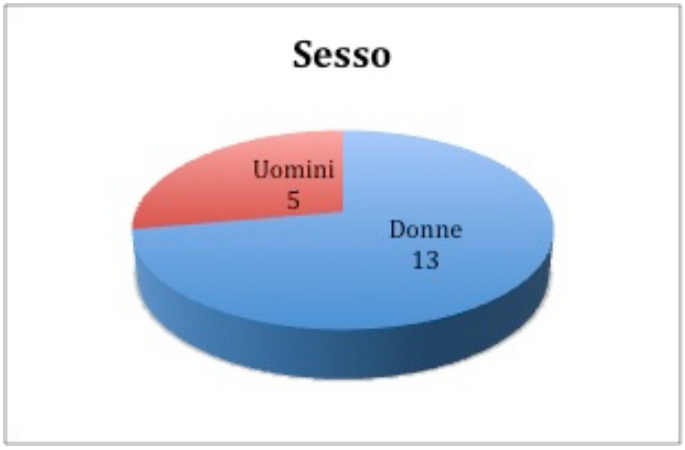


Grafico 1: distribuzione soggetti secondo il sesso.

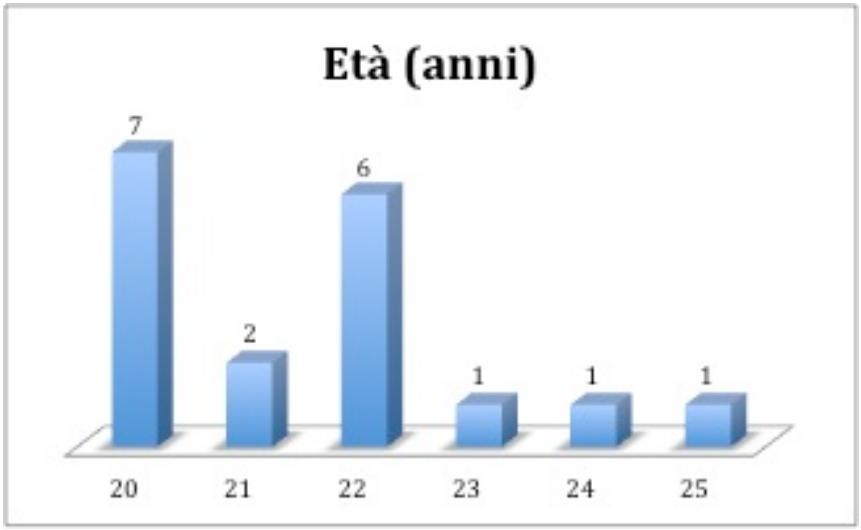


Grafico 2: distribuzione frequenze età dei soggetti.

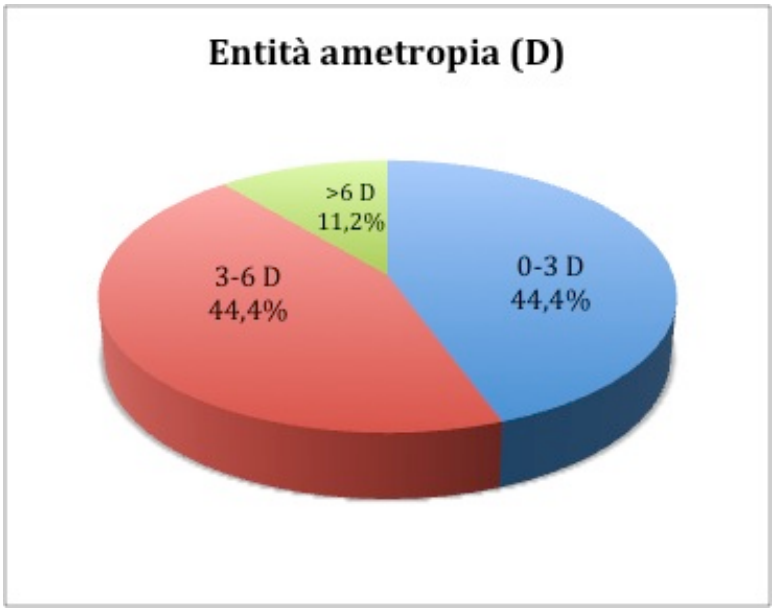


Grafico 3: distribuzione soggetti secondo l'entità dell'ametropia.

Relativamente all'ametropia si è deciso di utilizzare la comune classificazione tra miopia lieve (0-3D), media (3-6D) ed elevata (>6D) (tenendo conto del valore dell'ametropia prescritto nell'occhiale). Utilizzando questa divisione i soggetti sono stati suddivisi in tre gruppi rispettivamente da 8 persone (44,4%) nel primo e nel secondo gruppo e 2 persone (11,2%) nel terzo gruppo.

Interessante, per quanto riguarda il flipper accomodativo, è notare che, in fase di valutazione dei soggetti, 3 persone (16,6%) presentavano risultati sotto la norma in condizione monoculare, mentre in condizione binoculare 3 soggetti (16,6%) presentavano valori al limite della norma. Nel test del flipper prismatico invece 1 solo soggetto (5,5%) presentava risultati ai limiti della norma. In ultima analisi, per quanto riguarda la diagnosi optometrica di eventuali disfunzioni accomodative e/o di vergenza, 2 soggetti (11,2%) presentavano questo tipo di problematica.

3.2: DISCUSSIONE

Le tabelle con tutti i risultati ottenuti dai soggetti selezionati sono riportate in Appendice B.

I dati ottenuti nei controlli iniziale e finale (dopo 8 settimane di trattamento) per l'acuità visiva binoculare, il flipper accomodativo monoculare (OD e OS) e binoculare, e il flipper prismatico binoculare vengono riportati presentando un grafico che illustra i dati, con la relativa tabella riassuntiva, e i risultati numerici del test di Wilcoxon per la significatività statistica.

ACUITA' VISIVA

Nei grafici sottostanti i risultati ottenuti dai soggetti suddivisi per entità dell'ametropia.

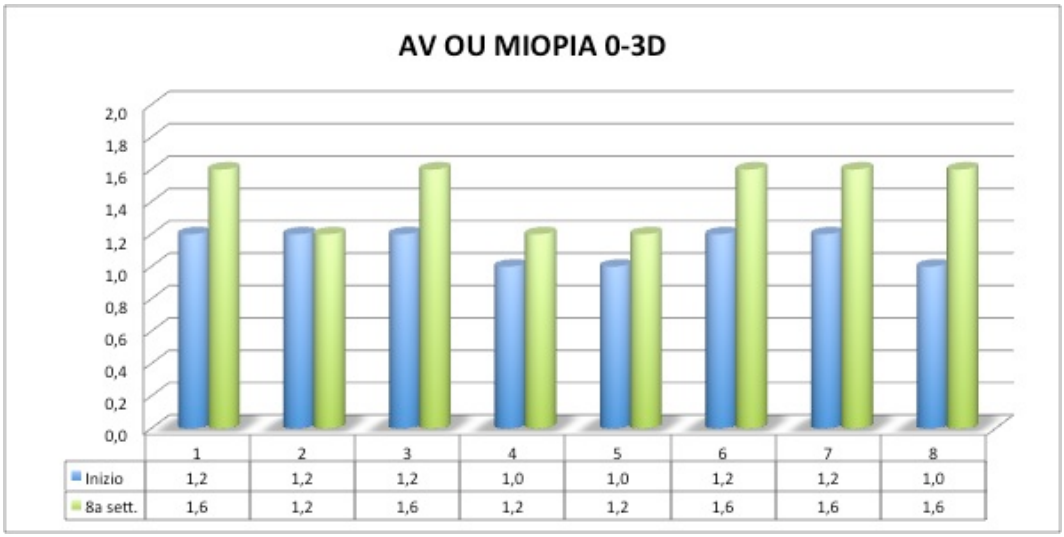


Grafico 4: AV OU gruppo miopia 0-3 D

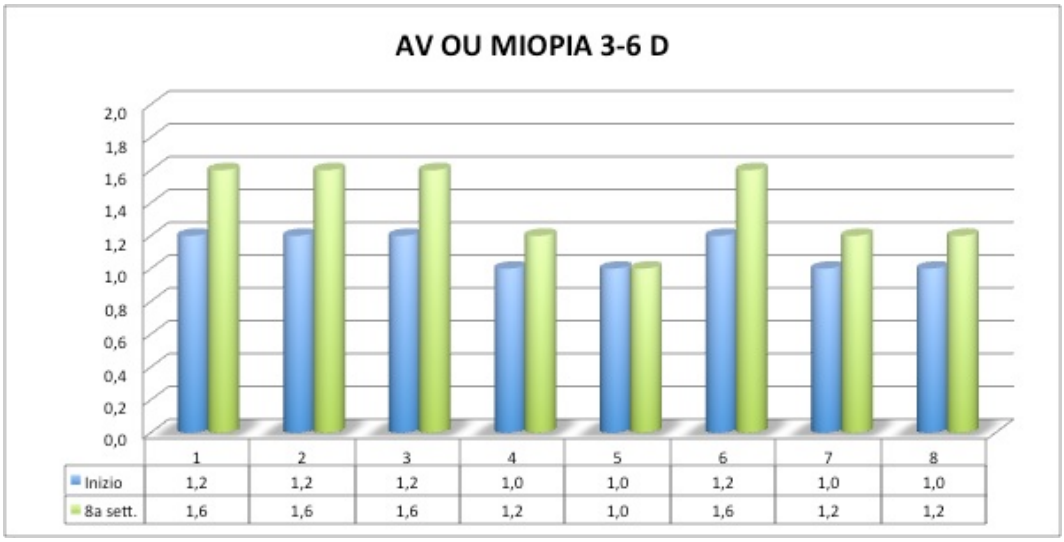


Grafico 5: AV OU gruppo miopia 3-6 D

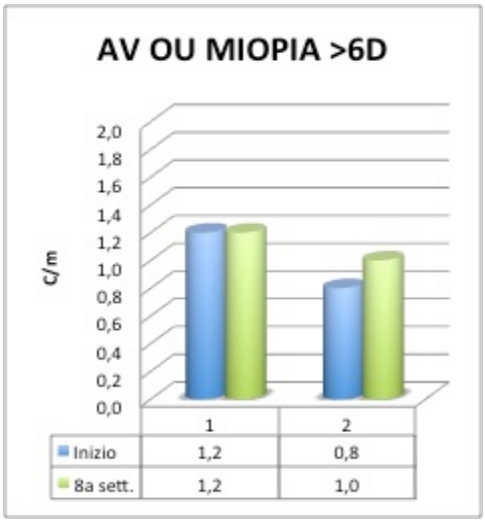


Grafico 6: AV OU gruppo miopia >6 D

Già da una prima osservazione dei grafici 4, 5 e 6 si evidenzia subito come la tendenza generale sia stata di un miglioramento piuttosto netto. Sulla totalità dei 18 soggetti infatti, solo tre di essi (16,6%) non hanno ottenuto cambiamenti, mentre nell'83,4% dei soggetti si è verificato un miglioramento dell'AV. Entrando maggiormente nel dettaglio, è stato deciso di analizzare nei grafici i soggetti dividendoli secondo l'entità della miopia, per evidenziare se ci fossero tendenze particolari nel miglioramento o meno dell'AV in ragione di essa. Per

quanto sia necessario ricordare che attuando questa divisione si stiano osservando gruppi con numeri piuttosto ridotti (8 soggetti con miopia di 0-3 D, 8 con miopia di 3-6 D e 2 con miopia >6 D), si può comunque considerare come la tendenza di miglioramento generale sia rispettata. Infatti i tre casi in cui non si è verificato un aumento dell'AV si distribuiscono esattamente uno per gruppo.

Nella tabella sottostante i risultati ottenuti nell'analisi statistica con il test di Wilcoxon.

Legenda: Sign = segno differenza dati inziali/finali; Num = Numero soggetti; Sum ranks = somma dei ranghi.

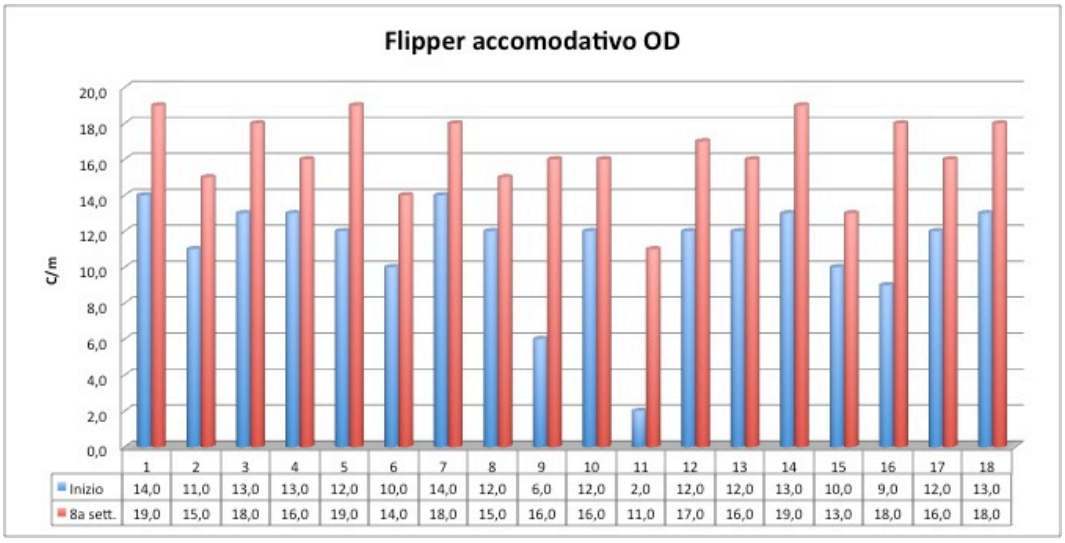
Wilcoxon signed rank test		
Sign	Num	Sum ranks
Positive	0	0
Negative	15	165
Ties	3	6
All	18	171
z	-3,650	
p-value	0,0003	

Tabella 1: risultati WIlcoxon test per AV

I risultati ottenuti al test di Wilcoxon confermano l'alta significatività dei dati ottenuti: si può notare, infatti, come il valore del parametro z ottenuto sia di -3,650 (minore del valore critico -1,96) e il valore del p-value sia di 0,0003 (nettamente minore del valore critico 0,05[15]). Questi due indici portano perciò a scartare l'ipotesi nulla H_0 (i dati non hanno subito modificazioni significative tra i controlli iniziale e finale) e permettono di affermare che il trattamento di VT ha ottenuto effetti nel miglioramento dell'AV dei soggetti.

FLIPPER ACCOMODATIVO

Di seguito sono riportati grafici e tabelle con i risultati dell'analisi statistica rispettivamente per flipper accomodativo OD, flipper accomodativo OS, flipper accomodativo binoculare.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Inizio	14,0	11,0	13,0	13,0	12,0	10,0	14,0	12,0	6,0	12,0	2,0	12,0	12,0	13,0	10,0	9,0	12,0	13,0
8a sett.	19,0	15,0	18,0	16,0	19,0	14,0	18,0	15,0	16,0	16,0	11,0	17,0	16,0	19,0	13,0	18,0	16,0	18,0

Grafico 7: flipper accomodativo OD

Osservando il grafico relativo all'OD dei soggetti, si nota come il 100% dei soggetti abbia ottenuti miglioramenti dopo le 8 settimane di trattamento. La media del miglioramento in cicli al minuto (c/m) è stata di 5,2 c/m, con un picco massimo di 10 c/m (6 c/m al controllo iniziale, 16 c/m al controllo finale) e uno minimo di 3 c/m (in 3 casi). Particolare importanza inoltre va data ai risultati ottenuti dai tre soggetti che al controllo iniziale presentavano valori al di sotto della norma[17] (rispettivamente 2, 6 e 9 c/m). Questi casi infatti sono stati i tre in cui si è potuto riscontrare il maggior miglioramento nei valori del flipper accomodativo (rispettivamente +10, +9 e +10 c/m) al termine del trattamento. Questo risultato, nonostante il numero esiguo di soggetti osservati, evidenzia una tendenza positiva per quanto riguarda la bontà del mental minus (associato all'Hart's Chart) come esercizio da utilizzare con soggetti che presentano disfunzioni accomodative.

Wilcoxon signed rank test		
Sign	Num	Sum ranks
Positive	0	0
Negative	18	171
Ties	0	0
All	18	171
z	-3,746	
p-value	0,0002	

Tabella 2: risultati Wilcoxon test per flipper accomodativo OD

Osservando i dati forniti dai calcoli dell'analisi statistica si ha nuovamente conferma dell'alta significatività statistica dei risultati ottenuti. I valori dei parametri restituiti dal test di Wilcoxon (z=-3,746 e p-value=0,0002), confrontati con i valori critici in tabella, stabiliscono che anche in questo caso il trattamento di VT ha portato a delle modifiche statisticamente significative sui dati raccolti per il flipper accomodativo.

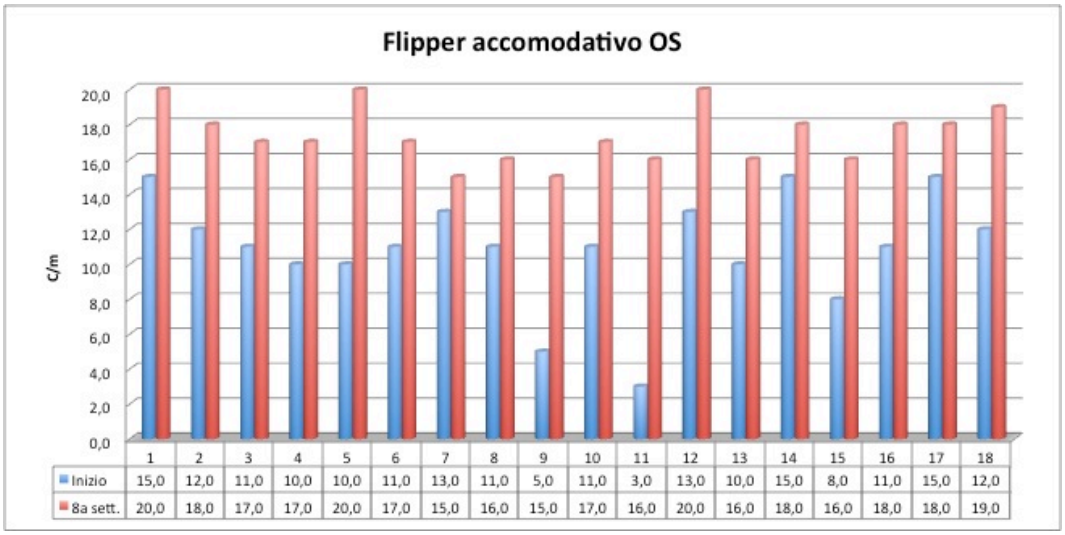


Grafico 8: flipper accomodativo OS.

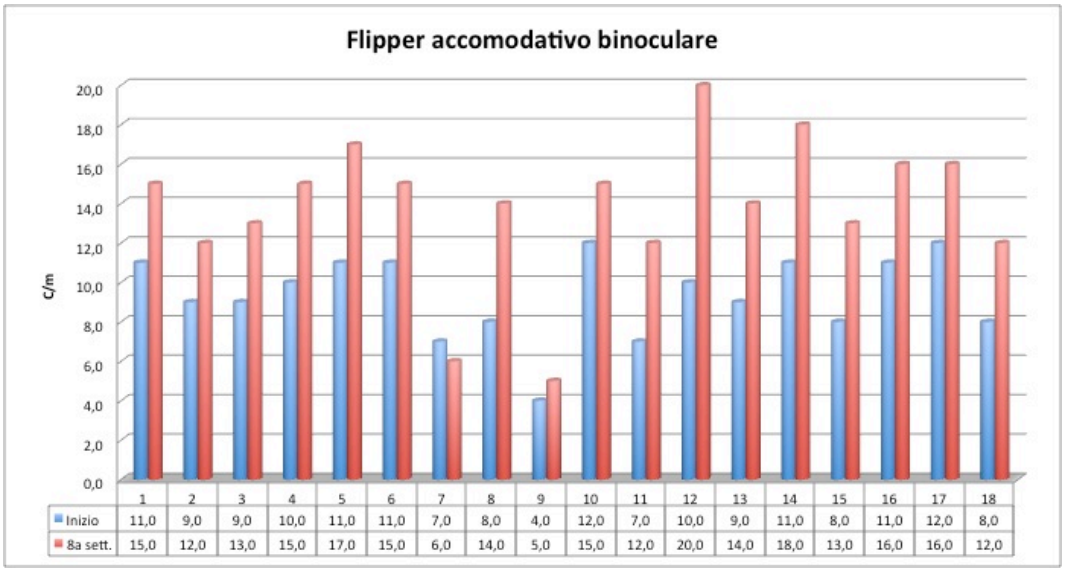
Relativamente al flipper accomodativo per l'OS dei soggetti, le osservazioni che si possono trarre dall'analisi del grafico non si discostano di molto da quanto detto per l'OD. Anche in questo caso infatti la totalità dei soggetti presenta

miglioramenti dopo le otto settimane, anche migliori rispetto all'OD. La media di c/m in più riscontrati nei test dopo 8 settimane infatti è di 6,6, con un valore massimo di 13 c/m (da 3 a 16 c/m) e un valore minimo di 2 c/m (da 13 a 15 c/m). Anche per quanto riguarda l'OS tre soggetti presentavano valori sotto le norme standard[17] e nuovamente sono proprio questi alcuni dei soggetti in cui si è potuto riscontrare il miglioramento maggiore (+10, +13 e +8 c/m), a conferma di quanto già detto nella discussione relativa all'OD.

Wilcoxon signed rank test		
Sign	Num	Sum ranks
Positive	0	0
Negative	18	171
Ties	0	0
All	18	171
z	-3,738	
p-value	0,0002	

Tabella 3: risultati Wilcoxon test per flipper accomodativo OS

Anche per l'OS dei soggetti l'analisi statistica conferma il trend circa i cambiamenti in positivo riscontrati nei 18 soggetti dopo il trattamento di VT: z< p1,96 e p-value< 0,05 stabiliscono l'alta significatività statistica dei dati ottenuti.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Inizio	11,0	9,0	9,0	10,0	11,0	11,0	7,0	8,0	4,0	12,0	7,0	10,0	9,0	11,0	8,0	11,0	12,0	8,0
8a sett.	15,0	12,0	13,0	15,0	17,0	15,0	6,0	14,0	5,0	15,0	12,0	20,0	14,0	18,0	13,0	16,0	16,0	12,0

Grafico 9: flipper accomodativo binoculare

Per concludere l'analisi dei dati relativi alla flessibilità accomodativa si è posta l'attenzione ai risultati ottenuti dal flipper accomodativo binoculare. Ad una prima analisi del grafico si osserva che 17 soggetti su 18 hanno ottenuto miglioramenti più o meno sostanziali dopo il trattamento. In un solo caso (5,5%) il valore finale è di un ciclo al minuto inferiore a quello iniziale. Il miglioramento medio è di 4,8 c/m con un massimo di 10 c/m (da 10 a 20 c/m) e un minimo di 1 c/m (da 4 a 5 c/m). E' inoltre interessante controllare come l'unico soggetto che presenta valori sotto le norme[17] (soggetto 9 nei grafici del capitolo 3, 4 c/m iniziali), nonostante in condizioni monoculari abbia ottenuto notevoli miglioramenti, in condizioni binoculari non abbia ottenuto gli stessi effetti (5 c/m finali). Questo è proprio uno dei casi in cui i valori del flipper prismatico binoculare (il soggetto anche li non mostra miglioramenti significativi, passando da 4 a 7 c/m) ci confermano che in un trattamento completo di VT ad esercizi per migliorare la capacità accomodativa (come il Mental Minus) andrebbero affiancati esercizi per risolvere i problemi di vergenza, così da ottenere buoni risultati anche in condizioni binoculari. Questo fatto è evidenziato anche dal caso del soggetto 11 che, presentando in sede di diagnosi optometrica una disfunzione solamente accomodativa (infatti si riscontrano valori del flipper prismatico binoculare nella norma fin dall'inizio), ha portato notevoli miglioramenti nei risultati del flipper accomodativo sia in monoculare che in binoculare.

Wilcoxon signed rank test		
Sign	Num	Sum ranks
Positive	1	1,5
Negative	17	169,5
Ties	0	0
All	18	171
z	-3,677	
p-value	0,0002	

Tabella 4: risultati Wilcoxon test per flipper accomodativo binoculare

Passando all'analisi statistica, anche quest'ultima variabile analizzata conferma l'alta significatività statistica dei risultati ottenuti, come si può evincere osservando la tabella del capitolo 3 che riporta valori di z = -3,677 (minore del valore critico -1,96) e p-value < 0,05. Si può perciò anche in questo caso scartare l'ipotesi nulla in favore di quella alternativa, che conferma il reale impatto che il trattamento di VT ha portato sui risultati ottenuti al momento del controllo al termine del trattamento.

FLIPPER PRISMATICO

Di seguito sono riportati il grafico e la tabella con i risultati del test di Wilcoxon per l'analisi statistica per il flipper prismatico binoculare.

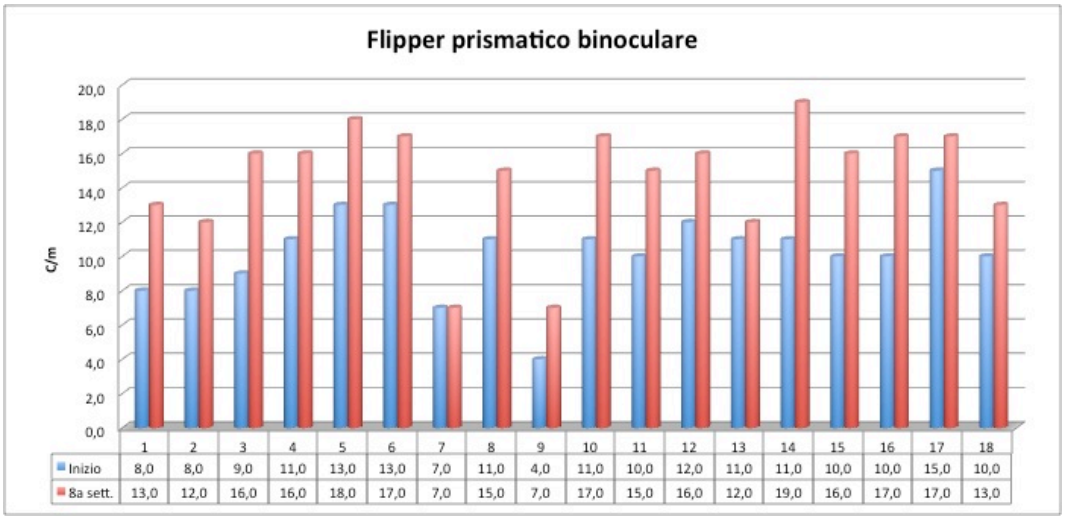


Grafico 10: flipper prismatico binoculare

Wilcoxon signed rank test		
Sign	Num	Sum ranks
Positive	0	0
Negative	17	170
Ties	1	1
All	18	171
z	-3,713	
p-value	0,0002	

Tabella 5: risultati Wilcoxon test per flipper prismatico binoculare

I valori del flipper prismatico sono stati calcolati in fase iniziale per ottenere una corretta diagnosi optometrica dei soggetti e in seguito per completare le informazioni relative a ciascun soggetto. Sono stati infatti utili per aggiungere informazioni e spunti di riflessione ai risultati ottenuti per la flessibilità accomodativa, ma non sono discussi nei particolari poiché il VT svolto durante lo studio era mirato principalmente al miglioramento della flessibilità accomodativa (in particolare il mental minus) e non includeva esercizi di motilità oculare o flessibilità di vergenza (come ad esempio "Palla di Mardsen", "Corda di Brock", ecc.) che usualmente vengono associati ad un trattamento di vision training per il miglioramento del sistema accomodativo e di vergenza. In ogni caso, per quanto riguarda l'analisi statistica, si può notare come anche in questo caso i valori di z e p-value ottenuti confermino la significatività statistica dei risultati.

CAPITOLO 4: DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Obiettivo generale dello studio era valutare gli effetti che un trattamento di VT accomodativo potesse portare su soggetti miopi. Entrando più nello specifico, nonostante il trattamento sia stato strutturato in modo che comprendesse anche due sedute settimanali a domicilio svolte con l'Hart's Chart, l'esercizio di cui principalmente si voleva studiare l'efficacia è il Mental Minus. Questo esercizio di training accomodativo, infatti, anche se ancora relativamente poco utilizzato nella pratica clinica rispetto ad altri come il flipper accomodativo, ha tutti i presupposti per essere uno strumento piuttosto efficace in optometria, poiché permette al soggetto di assumere man mano che progredisce nelle tappe una grande consapevolezza della gestione del proprio sistema accomodativo. Per quanto riguarda gli obiettivi invece sono state percorse due strade parallele: da un lato si è voluta valutare l'efficacia del Mental Minus per ottenere miglioramenti nella flessibilità accomodativa dei soggetti, dall'altro invece si è voluta porre particolare attenzione agli effetti che la padronanza del proprio sistema accomodativo, assunta grazie al Mental Minus, potesse avere in termini di guadagno di AV e qualità della visione.

Vengono perciò ritenuti particolarmente importanti i risultati molto significativi ottenuti, per quanto riguarda i miglioramenti nei dati dell'AV, e confermati dall'evidenza statistica. Interessante, inoltre, è porre l'attenzione su un ulteriore fatto: ai 9 soggetti che presentavano un'AV molto alta (1,6/1,0), risultando per loro difficile poter vedere la riga di acuità successiva proposta dall'ottotipo (2,0/1,0), con cui molti soggetti riportavano di vedere l'immagine nitida, ma le lettere troppo piccole per essere distinte, è stato chiesto di provare a leggere la riga di AV massima ottenuta ad una distanza maggiore dai 4 m cui normalmente era svolto il test (con step di 25 cm ciascuno). Tutti e nove i soggetti sono riusciti a distinguere la riga di AV massima fino a 50 cm più lontano che nelle condizioni normali del test (4,50 m). Questo dato ci può fornire un'ulteriore indicazione sul

fatto che l'AV di questi soggetti sia aumentata anche oltre gli 1,6/1,0 riscontrati nei test, migliorandone le capacità visive.

La provata efficacia di questo tipo di trattamento porta perciò a ipotizzare che il Mental Minus sia un ottimo esercizio da inserire in un programma di VT per il controllo della miopia. Per il controllo della progressione miopica, al giorno d'oggi, ci sono altri tipi di approcci optometrici che sono considerati i più efficaci, prima su tutti l'ortocheratologia[18,19], che però non sempre possono essere applicati o possono non essere di gradimento al soggetto. Un trattamento di VT accomodativo di questo genere potrebbe essere perciò una buona alternativa per i bambini associata o meno a correzione per mezzo di occhiali o LaC.

Non vanno dimenticati neppure i risultati ottenuti riguardo la migliorata flessibilità accomodativa dei soggetti, anzi forniscono un ulteriore importante spunto di riflessione, soprattutto analizzati in funzione di quello che è stato riferito a livello pratico da molti soggetti che hanno partecipato allo studio. Come specificato nel protocollo di studio, infatti, in sede di controllo intermedio e finale (dopo 4 e 8 settimane) è stato chiesto ai soggetti, durante l'anamnesi, di riferire se avessero notato dei cambiamenti nella qualità della visione durante la vita di tutti i giorni, sia in positivo che in negativo (senza indirizzarli nelle risposte ponendo domande specifiche che prevedessero una risposta chiusa). Alcuni soggetti hanno riferito che mentre prima di iniziare il trattamento notavano affaticamento visivo (spesso associato a mal di testa o "pesantezza" degli occhi) dopo diverse ore di lezione in cui erano costretti a passare dall'osservazione del proiettore (o della lavagna) a quella del quaderno su cui prendevano appunti; con il passare delle settimane (e i progressi nella "gestione" del proprio sistema accomodativo) avevano percepito un miglioramento in queste situazioni di stress, riportando un minore affaticamento generale. Questo ulteriore dato perciò, unito ai risultati significativi ottenuti nei test del flipper accomodativo, portano a confermare la validità di questo tipo di trattamento.

Visto il possibile utilizzo del Mental Minus in un trattamento di VT per il controllo della miopia, risulterebbe interessante riproporlo in uno studio che

utilizzi un gruppo di soggetti particolare. Più precisamente, potrebbe essere interessante valutarne l'efficacia in una popolazione di soggetti sottocorretti.

Infine si può evidenziare come in letteratura si trovino studi, come quello del SUNY di New York, in cui viene valutata l'efficacia del VT accomodativo (flipper accomodativo e Hart's Chart) in soggetti con pseudomiopia causata dal lavoro prossimale[21]. Utilizzando un protocollo di studio simile si potrebbe valutare l'efficacia del Mental Minus come esercizio di VT per contrastare questo particolare tipo di miopia.

APPENDICE A: PROTOCOLLO DI STUDIO

I test e gli esercizi di VT sono stati effettuati presso la medesima postazione dei laboratori del CdL in Ottica e Optometria dell'Università degli Studi di Padova. Le sessioni di VT a domicilio (Hart's chart) sono state svolte, per quanto possibile, sempre nelle medesime condizioni ambientali. Tutti i test ed esercizi di VT sono stati svolti dai soggetti con la correzione in uso.

Tutte le norme riportate di seguito nel protocollo di studio si riferiscono a quelle riportate nelle pubblicazioni di Scheiman e Wick[21].

ACUITA' VISIVA STATICA

Strumentazione: ottotipo CSO Vision Chart, occlusore.

Mira: lettere di Snellen da 0,8/1,0 a 2,0/1,0 di acuità visiva.

Distanza: 4 metri.

Illuminazione: ambientale.

Posizione: seduta su poltrona riunito.

Sequenza test: occhio destro (OD), occhio sinistro (OS), binocularmente (OU).

Procedimento: il soggetto, occluso OD, legge le mire fino all'AV massima che raggiunge. Si procede allo stesso modo per OS ed in condizione binoculare. La riga di AV corrispondente sarà segnata quando il soggetto avrà letto più del 50% delle lettere, in caso contrario si registrerà l'AV corrispondente alla riga precedente.

RETINOSCOPIA NOTT

Strumentazione: retinoscopio, carta a T con lettere e figure, ottotipo da visione prossimale 0,75M e 0,37M.

Mira: lettere.

Distanza: 50 cm.

Illuminazione: ambientale.

Posizione: seduta su poltrona riunito.

Sequenza test: OD, OS.

Procedimento: il soggetto legge a voce alta le lettere o il testo presentato sull'ottotipo, in condizioni normali di illuminazione. L'operatore, dopo aver allineato e posizionato il retinoscopio sul limite superiore dell'ottotipo, neutralizza ogni occhio spostandosi verso o allontanandosi dagli occhi del paziente. La differenza diottrica tra la distanza della mira e la distanza del retinoscopio corrisponde alla risposta accomodativa del soggetto.

FORIE DA LONTANO

Strumentazione: barre di prismi, ottotipo CSO Vision Chart.

Mira: linea verticale di lettere di AV 0,6/1,0.

Distanza: 4 m.

Illuminazione: ambientale.

Posizione: seduta su poltrona riunito.

Procedimento: al soggetto è stata sottoposta come mira una linea verticale di lettere. L'operatore ha utilizzato due barre di prismi (poste davanti agli occhi del soggetto, inizialmente 6Δ a base bassa (BB) davanti all'occhio sinistro, 15Δ a base interna (BI) davanti all'occhio destro) per produrre lo sdoppiamento della

mira. L'operatore ha poi spostato la barra di prismi davanti all'occhio destro fino ad ottenere l'allineamento delle due mire da parte del soggetto e quantificare così l'eventuale presenza di forie.

Norma: 0,5Δ ± 2 Δ exoforia.

FORIE DA VICINO

Strumentazione: barre di prismi, carta di Snellen da visione prossimale.

Mira: gruppo di lettere.

Distanza: distanza di Harmon (DH).

Illuminazione: alta.

Posizione: seduta su poltrona riunito.

Procedimento: al soggetto è stata sottoposta come mira un gruppo di lettere. L'operatore ha utilizzato due barre di prismi (poste davanti agli occhi del soggetto, inizialmente 9Δ BB davanti all'occhio sinistro, 20Δ BI davanti all'occhio destro) per produrre lo sdoppiamento della mira. L'operatore ha poi spostato la barra di prismi davanti all'occhio destro fino ad ottenere l'allineamento delle due mire da parte del soggetto e quantificare così l'eventuale presenza di forie.

Norma: 3Δ ± 3Δ exoforia.

FLIPPER ACCOMODATIVO

Strumentazione: flipper accomodativo ±2,00D, ottotipo da visione prossimale 0,62M, occlusore, cronometro.

Mira: testo.

Distanza: DH.

Illuminazione: alta.

Posizione: seduta su poltrona riunito.

Tempo: 1 minuto.

Sequenza test: OD, OS, OU.

Procedimento: il soggetto legge il testo presente sull'ottotipo. Si antepone il flipper accomodativo e si alternano le lenti +2,00D alle lenti -2,00D ogni qual volta il soggetto afferma di vedere nitide le lettere. Si contano il numero di cicli in un minuto che il soggetto riesce a svolgere. Un ciclo è composto da due cambiamenti di lenti (testo messo a fuoco prima con lente +2, poi -2, per tornare poi al +2).

Norma: 11cpm ± 5cpm monoculare, 9/10cpm ± 5cpm binoculare.

FLIPPER PRISMATICO

Strumentazione: flipper prismatico 8DpBI/12DpBE, ottotipo da visione prossimale 0,62M, occlusore, cronometro.

Mira: testo.

Distanza: DH.

Illuminazione: alta.

Posizione: seduta su poltrona riunito.

Tempo: 1 minuto.

Procedimento: il test è svolto in visione binoculare. Il soggetto legge il testo presente sull'ottotipo. Si antepone il flipper prismatico e si alternano le lenti 8 Dp BI alle lenti 12 Dp BE ogni qual volta il soggetto afferma di vedere nitide le lettere. Si contano il numero di cicli in un minuto che il soggetto riesce a svolgere. Un ciclo è composto da due cambiamenti di lenti (testo messo a fuoco prima con prismi 8 DpBI, poi con prismi 12DpBE, per tornare poi a prismi 8DpBI).

Norma: 7cpm.

PUNTO PROSSIMO DI RENDIMENTO

Strumentazione: matita con mire morfoscopiche.

Mira: lettere di AV minima vicina a quella percepita dal soggetto.

Illuminazione: alta.

Posizione: seduta su poltrona riunito.

Procedimento: la mira è stata avvicinata al soggetto partendo da circa 50 cm di distanza 20/30° sotto la linea primaria di sguardo, fino ad arrivare ad altezza degli occhi, chiedendo al soggetto di riferire il momento in cui il brano iniziava ad annebbiarsi. Il procedimento poi è stato ripetuto al contrario chiedendo di riferire il momento in cui la mira tornava nitida.

Norma: 5cm ± 2,5cm rottura, 10cm ± 3cm recupero.

DISTANZA DI LETTURA E DISTANZA DI HARMON

Strumentazione: ottotipo da visione prossimale 0,62M, metro.

Mira: testo.

Illuminazione: alta.

Posizione: seduta su poltrona riunito.

Procedimento: per la misurazione della distanza di lettura è stato chiesto al soggetto di posizionare un ottotipo 0.62M alla distanza cui usualmente lo avrebbe letto, misurando poi la distanza tra ottotipo e occhi del soggetto tramite l'utilizzo di un comune metro da sarta. Per quanto riguarda la distanza di Harmon invece è stata misurata, sempre tramite un metro da sarta, la distanza tra il gomito del soggetto e la prima nocca del dito medio della mano.

MENTAL MINUS

Strumentazione: ottotipo CSO Vision Chart, lenti -5D/-7D/-9D, occlusore.

Mira: riga di lettere dell'AV massima percepita dal soggetto.

Distanza: 4m.

Illuminazione: ambientale.

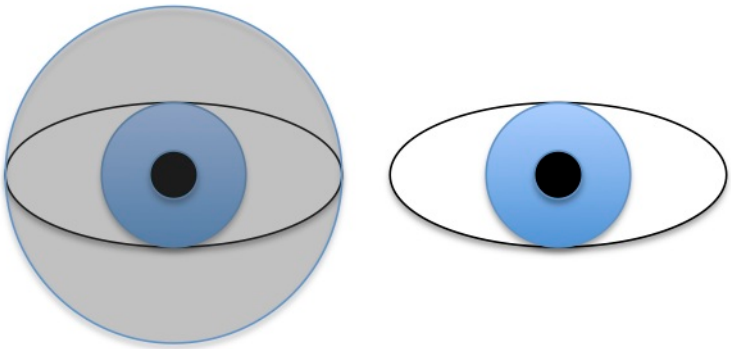
Posizione: seduta su poltrona riunito.

Procedimento: il Mental Minus si articola in sei tappe. Il soggetto passa alla tappa successiva solo dopo aver acquisito buoni risultati nella tappa precedente. Di seguito sono elencate ed illustrate le sei tappe:

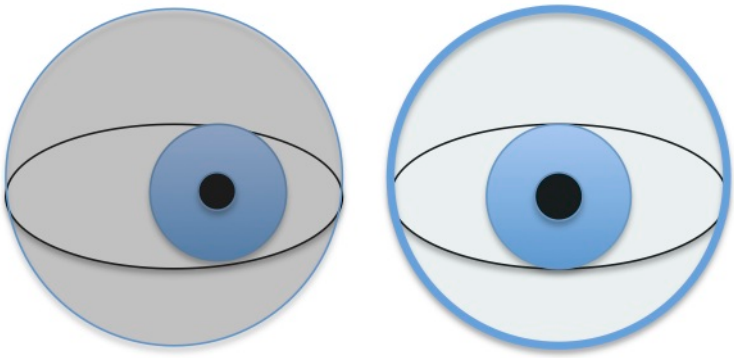
1) Iniziare con quella lente che crea annebbiamento della mira a distanza(non troppo forte ne leggera)
    a) Chiedere di allontanare la lente negativa pur mantenendola nell'asse visuale
    b) Chiedere di avvicinare la lente all'occhio non occluso mantenendo la visione nitida
    c) Bene se effetto SILO(small in, large out) viene percepito
    d) Aumentare il potere della lente negativa e ripetere la procedura fino a -9D.

2) Togliere e mettere la lente negativa e mantenere la visione nitida (OFF clear – ON clear). L'optometrista osserva l'occhio occluso(occlusore posto davanti all'occhio con inclinazione di 45° circa) e può notare:
    - Restrizione pupillare

- Spostamento dell'occhio parzialmente occluso verso l'interno quando deve mettere a fuoco in modo più o meno ampio a seconda della richiesta (come evidenziato nei disegni sottostanti)

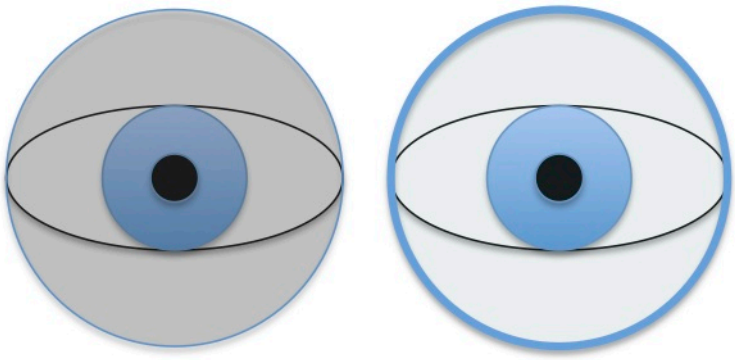


Disegno 1: condizioni iniziali di lavoro (OD con occlusore, OS senza lente).



Disegno 2: OD con occlusore anteposto (miosi e convergenza), OS con lente negativa anteposta.

3) Mettere la lente davanti all'occhio scoperto(anche -7D) ma il soggetto non deve mettere a fuoco la mira osservata. Contemporaneamente l'optometrista non deve osservare nessun movimento dell'occhio occluso.



Disegno 3: OD con occlusore anteposto (accomodazione rilassata, no miosi e no convergenza), OS con lente negativa anteposta.

a) Se la mira diventa nitida per il paziente e contemporaneamente l'optometrista vede l'occhio occluso che converge, toglie immediatamente la lente anteposta all'occhio scoperto.
b) Ripetere la procedura fintanto che il paziente capisce cosa deve fare per inibire la sua risposta accomodativa.

4) Il soggetto deve volontariamente poter vedere nitido o annebbiato con la lente negativa anteposta all'occhio scoperto(controllo ottimale della sua accomodazione). Il paziente deve imparare come variare il suo potere diottrico con la lente in situ.
5) Chiedere di vedere la mira sfuocata in modo tale da poter vederla nitida quando la lente negativa viene anteposta all'occhio scoperto. In questo caso il paziente riesce a rilassare la sua accomodazione tanto quanto richiesto dal potere della lente.
6) Senza occlusore, il soggetto deve mettere a fuoco alternativamente con i due occhi.

HART'S CHART

Strumentazione: chart da vicino (3,5x3,5 cm), chart da lontano (10x10 cm).

Mira: lettere.

Illuminazione: ambientale.

Posizione: eretta.

Distanza di partenza: 40 cm da vicino, 3 m da lontano(distanza da lontano ridotta in caso di impossibilità a svolgere l'esercizio iniziando a 3 m).

Procedimento: il soggetto deve leggere alternativamente una lettera sulla chart prossimale ed una sulla chart da lontano, partendo dalla prima lettera in alto a sinistra, fino a terminare l'intera chart. Nel momento in cui l'esercizio risulti semplice, il soggetto deve avvicinare la chart da vicino e allontanarsi dalla chart da lontano, in modo da lavorare sempre in condizioni di sforzo per il sistema accomodativo.

APPENDICE B: TABELLE CON TUTTI I RISULTATI

ACUITA' VISIVA OU		
Soggetto	Inizio	8a sett.
1	1,2	1,6
2	1,2	1,2
3	1,2	1,6
4	1,2	1,2
5	1,2	1,6
6	1,0	1,2
7	1,2	1,6
8	1,2	1,6
9	1,0	1,2
10	1,0	1,0
11	1,0	1,2
12	1,2	1,6
13	1,2	1,6
14	1,2	1,6
15	1,0	1,6
16	0,8	1,0
17	1,0	1,2
18	1,0	1,2

Tabella 6: dati AV OU

FLIPPER ACCOMODATIVO OD(c/m)		
Soggetto	Inizio	8a sett.
1	14,0	19,0
2	11,0	15,0
3	13,0	18,0
4	13,0	16,0
5	12,0	19,0
6	10,0	14,0
7	14,0	18,0
8	12,0	15,0
9	6,0	16,0
10	12,0	16,0
11	2,0	11,0
12	12,0	17,0
13	12,0	16,0
14	13,0	19,0
15	10,0	13,0
16	9,0	18,0
17	12,0	16,0
18	13,0	18,0

Tabella 7: dati flipper accomodativo OD

FLIPPER ACCOMODATIVO OS(c/m)		
Soggetto	Inizio	8a sett.
1	15,0	20,0
2	12,0	18,0
3	11,0	17,0
4	10,0	17,0
5	10,0	20,0
6	11,0	17,0
7	13,0	15,0
8	11,0	16,0
9	5,0	15,0
10	11,0	17,0
11	3,0	16,0
12	13,0	20,0
13	10,0	16,0
14	15,0	18,0
15	8,0	16,0
16	11,0	18,0
17	15,0	18,0
18	12,0	19,0

Tabella 8: dati flipper accomodativo OS

FLIPPER ACCOMODATIVO BINO(c/m)		
Soggetto	Inizio	8a sett.
1	11,0	15,0
2	9,0	12,0
3	9,0	13,0
4	10,0	15,0
5	11,0	17,0
6	11,0	15,0
7	7,0	6,0
8	8,0	14,0
9	4,0	5,0
10	12,0	15,0
11	7,0	12,0
12	10,0	20,0
13	9,0	14,0
14	11,0	18,0
15	8,0	13,0
16	11,0	16,0
17	12,0	16,0
18	8,0	12,0

Tabella 9: dati flipper accomodativo binoculare

FLIPPER PRISMATICO BINO(c/m)		
Soggetto	Inizio	8a sett.
1	8,0	13,0
2	8,0	12,0
3	9,0	16,0
4	11,0	16,0
5	13,0	18,0
6	13,0	17,0
7	7,0	7,0
8	11,0	15,0
9	4,0	7,0
10	11,0	17,0
11	10,0	15,0
12	12,0	16,0
13	11,0	12,0
14	11,0	19,0
15	10,0	16,0
16	10,0	17,0
17	15,0	17,0
18	10,0	13,0

Tabella 10: dati flipper prismatico binoculare

APPENDICE C: SCHEDE UTILIZZATE PER LA RACCOLTA DATI

Università di Padova
CdL Ottica e Optometria

Valutazione Performance Iniziale
… Ottobre 2013

Cognome	Nome	dn	M F

Rx in uso

			AV c Rx	Uso costante	Uso lontano	Note
Occhiali	OD					
	OS					
Lenti a Contatto	OD					
	OS					

Anamnesi

Miope dall'età di	Progressione media annua

Ret. NOTT	Su immagine	0,75m	0,37m
OD	a cm	a cm	a cm
OS	a cm	a cm	a cm
LAG/LEAD			

FORIA	Lontano	Vicino

FLIPPER	**+/-2.00D MONO**	**+/-2.00D BINO**	**8BI/12BE**
	OD C/m lento OS C/m lento	C/m lento	C/m lento

REVIP		**PPR**	

Diagnosi

Nessuna Disfunzione	Disfunzione Accomodativa	Disfunzione Binoculare
	Eccesso Accomodativo Insufficienza Accomodativa Inerzia Accomodativa	Eccesso di Convergenza Insufficienza di Convergenza Pseudo Insufficienza di Convergenza Eccesso di Divergenza Insufficienza di Divergenza

Note

Scheda 1: valutazione iniziale/intermedia/finale.

Mental Minus Training

Nome …… data……..

OD

Tappa	Lente	Effetto SILO	Risposta pupillare	Risposta visuo-motoria	Osservazioni

OS

Tappa	Lente	Effetto SILO	Risposta pupillare	Risposta visuo-motoria	Osservazioni

Scheda 2: sedute di vision training (Mental Minus)

BIBLIOGRAFIA

[1] Rossetti A. e Gheller P.; *Manuale di optometria e contattologia*; Ed. Zanichelli; II ediz.; 2003; cap. 7; pp. 153-155.

[2] Worth (1915) e Wheatstone C. (1838); cit. in *Manuale di optometria e contattologia*; Ed. Zanichelli; II ed.; 2003; cap. 7; pp. 156-157.

[3] Rossetti A. e Gheller P.; *Manuale di optometria e contattologia*; Ed. Zanichelli; II ediz.; 2003; cap. 7; p. 160.

[4] Hofstetter H.W., Griffin J.R., Berman M.S., Everson R.W., *Dictionary of visual science and related clinical terms*; Ed. Butterworth-Heinemann; V ed.; 2000.

[5] Zeri F., Rossetti A., Fossetti A., Calossi A.; *Ottica visuale*; Ed. SEU; 2012; cap. 8; pp. 178-183.

[6] AOA Consensus Panel on Care of the Patient with Myopia; *Optometric clinical practice guideline care of the patient with myopia*; AOA Reference Guide for Clinicians; 2006.

[7] Scheiman M. e Wick B.; *Clinical management of Binocular Vision. Heterophoric, Accomodative, and Eye Movement Disorders*; Ed. Wolters Kluwer (Health) – Lippincott Williams & Wilkins; IV ed.; 2014; cap. 12; pp. 335-367.

[8] AA. VV.; *Dizionario di medicina*; Ed. Treccani; 2010.

[9] Pahomi T.; *Tesi di laurea: Influenza della postura sulla visione in età pediatrica*; Università degli Studi di Padova – CdL in Ottica e Optometria; A.A. 2011/2012.

[10] Grigoletto R.; *Il controllo della miopia*; PO Professional Optometry; Gennaio 2014; pp. 32-42.

[11] AOA Board of Trustees; *Definition of vision training and rihabilitation*; Giugno 2004.

[12] Formenti M.; *Dispense corso Tecniche fisiche per l'optometria 2: "Vision Training"*; Università degli Studi di Padova – CdL in Ottica e Optometria; A.A. 2012/2013.

[13] Scheiman M. e Wick B.; *Clinical management of Binocular Vision. Heterophoric, Accomodative, and Eye Movement Disorders*; Ed. Wolters Kluwer (Health) – Lippincott Williams & Wilkins; IV ed.; 2014; cap. 7; pp. 209-220.

[14] Rossetti A. e Gheller P.; *Manuale di optometria e contattologia*; Ed. Zanichelli; II ediz.; 2003; cap. 6; pp. 131-140.

[15] Canova C.; *Dispense corso Epidemiologia e biostatistica*; Università degli Studi di Padova – CdL in Ottica e Optometria; A.A. 2012/2013.

[16] Hasko E.; *Tesi di laurea: Individuazione di geni differenzialmente espressi: uno studio di simulazione*; Università degli Studi di Padova – CdL in Scienze Statistiche; A.A. 2004/2005.

[17] Scheiman M. e Wick B.; *Clinical management of Binocular Vision. Heterophoric, Accomodative, and Eye Movement Disorders*; Ed. Wolters Kluwer (Health) – Lippincott Williams & Wilkins; IV ed.; 2014; cap. 1; p. 19.

[18] Kenneth D.; *Consider Ortho-k for myopia control*; Review of Optometry; Luglio 2012.

[19] Kading D. e Mayberry A.; *Slowing myopia progression in children*; Review of Optometry; Novembre 2012.

[20] Ciuffreda K, Balamurali V., Ludlam P.D.; *Accomodative training to reduce nearwork-induced transient myopia*; Optometry and Vision Science; 2009; vol. 86; n. 11; pp. 1287-1294.

[21] Scheiman M. e Wick B.; *Clinical management of Binocular Vision. Heterophoric, Accomodative, and Eye Movement Disorders*; Ed. Wolters Kluwer (Health) – Lippincott Williams & Wilkins; IV ed.; 2014; cap. 1; pp. 2-48.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare anzitutto le persone che hanno reso possibile realizzare questa tesi di laurea, in particolare tutti i ragazzi che si sono prestati come volontari per lo studio.

Ringrazio inoltre tutti gli amici, mio fratello Giovanni e le persone che mi sono vicine nella vita di tutti i giorni, e lo sono state particolarmente in questi ultimi mesi. Sono inoltre molto grato ai miei genitori, Chiara e Leonardo, per avermi donato il senso pratico e quel pizzico di pignoleria necessari a mantenere sempre il giusto equilibrio.

Infine desidero ringraziare tutti i professori che mi hanno aiutato durante lo svolgimento della tesi per il tempo, le competenze e soprattutto la pazienza dedicatami.