



Università degli studi di Padova
Dipartimento di Fisica e Astronomia

Corso di Laurea in Ottica e Optometria

TESI DI LAUREA

VISUAL TRAINING OPTOMETRICO: PRINCIPI E
INDICAZIONI PER DISFUNZIONI ACCOMODATIVE
E DI CONVERGENZA

Relatore:
Dominga Ortolan

Laureando:
Riccardo Greco
Matricola: 1056268

ANNO ACCADEMICO
2015/2016

INDICE

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUZIONE..... | 4 |
| 1. I PRINCIPI DEL VISUAL TRAINING..... | 5 |
| 1.1 COS'È IL VISUAL TRAINING..... | 5 |
| 1.2 LA PLASTICITÀ SINAPTIC..... | 6 |
| 1.3 IL MODELLO DI VISIONE DI SKEFFINGTON..... | 8 |
| 2. VISIONE BINOCULARE E VT OPTOMETRICO..... | 11 |
| 2.1 LE ANOMALIE DELLA VISIONE BINOCULARE..... | 11 |
| 2.2 LENTI DI SUPPORTO..... | 12 |
| 2.3 CORRISPONDENZA TRA ACCOMODAZIONE E CONVERGENZA..... | 14 |
| 2.4 GRADI DI LIBERTÀ..... | 16 |
| 2.5 L'EFFETTO SILO..... | 17 |
| 3. TRATTAMENTO DI ACCOMODAZIONE E CONVERGENZA..... | 18 |
| 3.1 ALLENAMENTO DI ACCOMODAZIONE E CONVERGENZA..... | 18 |
| 3.2 PROCEDURE DI TRAINING ACCOMODATIVO..... | 19 |
| I. INSUFFICIENZA ACCOMODATIVA..... | 20 |
| II. ECCESSO ACCOMODATIVO..... | 24 |
| III. DIFFICOLTÀ ACCOMODATIVA E ACCOMODAZIONE MAL SUPPORTATA..... | 28 |
| 3.3 PROCEDURE DI TRAINING PER LA CONVERGENZA..... | 32 |
| IV. INSUFFICIENZA DI CONVERGENZA E PSEUDOINSUFFICIENZA DI CONVERGENZA..... | 34 |
| V. ECCESSO DI CONVERGENZA..... | 48 |
| VI. ECCESSO DI DIVERGENZA ED INSUFFICIENZA DI DIVERGENZA..... | 52 |
| 3.4 GLI STEREOTEST NEL VT..... | 53 |
| 3.5 TERAPIA PER LA CICLOFUSIONE E LA VERGENZA VERTICALE..... | 55 |
| 3.6 CRITERI PER IL TERMINE DEL TRATTAMENTO..... | 56 |
| CONCLUSIONI | 58 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 60 |

INTRODUZIONE

In questa tesi verranno analizzati, in particolare, esercizi e procedure per il trattamento di disordini dell'accomodazione e della convergenza, tramite visual training (VT) optometrico.

Appartenendo a un'epoca altamente scolarizzata e tecnologica, in cui ci si trova a dover affrontare per molte ore compiti da vicino, le disfunzioni accomodative e di vergenza stanno diventando sempre più frequenti. Infatti si passano ormai tantissime ore a leggere, studiare, giocare o lavorare davanti a computer, tablet, ecc.

Tali problemi comportano l'abbandono delle attività da vicino per l'eccessivo affaticamento oppure, quando non è possibile eliminare l'elemento stressogeno, avviene un adattamento con conseguenti modifiche funzionali.

Ho quindi elaborato una struttura di base in cui raccogliere idee, esercizi e procedure che potranno essere utili come spunto per impostare un training visivo, caratteristico per situazioni di questo tipo, ma che con adeguati aggiustamenti, potrà essere utilizzato in molte disfunzioni della visione binoculare.

Il trattamento va infatti personalizzato, scegliendo i test e le modalità che più sono conformi al problema, alla gravità e alle peculiarità caratteriali della persona.

Non è possibile immaginare di risolvere un problema visivo (accomodazione, convergenza, motilità, ecc.) lavorando solo su una performance. Gli esercizi infatti possono allenare in maniera specifica un'abilità, ma saranno altresì presenti esercizi che allenano altre capacità in molteplici combinazioni e a diversi livelli di completezza.

1. I PRINCIPI DEL VISUAL TRAINING

1.1 COS'È IL VISUAL TRAINING

Il VT è quella parte dell'Optometria che si interessa allo sviluppo, al miglioramento e all'incremento del rendimento visivo delle persone. Da anni gli optometristi comportamentali hanno sviluppato e utilizzato il VT, normalmente in combinazione con occhiali appropriati, per: prevenire lo svilupparsi di problemi della vista e della visione, sviluppare le abilità e le capacità visive necessarie al raggiungimento di una maggior efficienza a scuola, nel lavoro o nello sport, incrementare la funzione visiva, mantenere il miglior stato visivo possibile e rimediare e/o compensare i problemi visivi già esistenti. In definitiva, attraverso il VT, si aiutano le persone a sviluppare un sistema visivo più efficiente¹. Il VT prima di essere esercizi da somministrare è rilevare il problema, trovare il percorso compensatorio e solo a questo punto si procede con la stesura del programma di VT calibrato sul soggetto (quali esercizi, con quali combinazioni e da quale livello partire).

Tale trattamento ha infatti l'obiettivo di stabilire nuovi processi e relazioni che permettono di ricevere, elaborare e comprendere meglio l'informazione. Consiste nella ripetizione quotidiana di una determinata serie di esercizi, al fine di arrivare all'automatizzazione e alla comprensione dei movimenti interessati².

Il VT per le condizioni di anomalia di accomodazione e vergenza è diretto, prima di tutto, ad aumentare l'efficienza del sistema accomodativo, così da facilitare l'interazione di tale sistema con quello delle vergenze (convergenza e divergenza) e il sistema sensoriale binoculare. Le procedure del VT clinico sono mirate a migliorare l'abilità del soggetto di compensare stress fusionali che possono avere come risultato astenopia, cefalea e/o diplopia. L'efficacia delle

procedure di VT per il miglioramento della funzione accomodativa ha un considerevole supporto scientifico e di ricerca clinica. Gli studi hanno mostrato che i dati accomodativi, seppure sotto controllo del sistema nervoso autonomo, possono rispondere a comandi volontari³ e possono essere condizionati⁴. Questi studi documentano che il controllo volontario dell'accomodazione può essere controllato, allenato e generalizzato.

I risultati del VT svolto quotidianamente dimostrano miglioramenti significativi nei range di convergenza, dopo la fine del programma il miglioramento viene mantenuto, dimostrato da varie ricerche, come quello di Daum⁵, il quale ha studiato un gruppo di 35 adulti ai quali ha fatto eseguire esercizi di VT tutti i giorni e ha verificato che 24 settimane dopo la fine del trattamento il progresso ottenuto persisteva ancora. Periodi anche brevi di training possono fornire miglioramenti nelle abilità di vergenza che rimangono a lungo, grazie alle modificazioni a livello sinaptico.

1.2 LA PLASTICITÀ SINAPTICA

La plasticità neuronale, o sinaptica, è la capacità da parte del neurone di variare la quantità di neurotrasmettitore prodotto da un determinato segnale, in modo da ottenere la miglior trasmissione possibile. Esistono differenti tipi di plasticità: a lungo e breve termine. La plasticità a breve termine è una variazioni che dura in media qualche minuto, o addirittura pochi millisecondi; è il caso, per esempio, della facilitazione sinaptica, ovvero della situazione in cui a livello sinaptico arrivano più potenziali d'azione uno dopo l'altro: in questo caso il neurotrasmettitore che viene emesso (solitamente Ca^{2+}) ha un tempo di riassorbimento più lungo rispetto a quello di emissione, quindi con l'arrivo del secondo potenziale

d'azione il neurone presinaptico dovrà produrre più neurotrasmettitore perché, dato che non tutto quello emesso è stato riassorbito, la concentrazione osmotica nel bottone sinaptico è più elevata. La plasticità a breve termine si riscontra anche in fenomeni come la depressione sinaptica, nel potenziamento e nell'aumento. La plasticità a lungo termine invece è alla base delle funzioni cerebrali. Uno di questi fenomeni è l'abitudine, ovvero una diminuzione della risposta indotta da un determinato segnale ripetuto spesso nel tempo; un esempio ne è la sensibilizzazione, ovvero la risposta a uno stimolo nocivo che permette di aumentare la sensibilità a qualsiasi azione neuronale che attiverebbe la stessa risposta. La sensibilizzazione mediamente ha la durata di un'ora, nella quale il sistema recluta altre sinapsi sensoriali provocando un aumento della quantità di neurotrasmettitore rilasciato, aumentando la forza del segnale chimico a motoneuroni e neuroni sensoriali. Una plasticità neuronale a lungo termine può durare anche alcuni anni⁶.

Queste plasticità, a breve e lungo termine, sono modificazioni dei circuiti nervosi basate sull'esperienza dell'individuo. A solidificare questa tesi il postulato di Hebb afferma che l'attività coordinata di neurone presinaptico e postsinaptico viene potenziata dalla sinapsi stessa. Si può quindi capire che le sinapsi aumentano se stimolate continuamente, mentre quelle non utilizzate saranno man mano inibite. È proprio basandosi su tale postulato che lavora il VT: una modificazione del lavoro sinaptico attraverso tale trattamento comporta una modificazione della memoria motoria vera e propria, principalmente se si lavora con un soggetto giovane, in cui la plasticità acquisisce un fattore di apprendimento maggiore⁷.

1.3 IL MODELLO DI VISIONE DI SKEFFINGTON

Il modello di Skeffington è stato oggetto, nel tempo, di molteplici e approfondite discussioni in merito alla visione e al suo processo di sviluppo, e da tale originale modello l'optometria ha tratto un forte impulso evolutivo alla definizione dei comportamenti visivi dell'uomo. Secondo Skeffington la visione è l'unione di 4 aree distinte (che lui identifica come cerchi), strettamente correlate fra loro. I quattro cerchi di Skeffington sono:

1. **processo antigravitazionale**: tale cerchio si riferisce alla motilità oculare e all'allenamento grossolano e fine; risponde alle domande: "Chi sono?", "Dove sono?". A tutti sono ben noti gli effetti della forza di gravità a causa della quale qualsiasi oggetto precipita o è attratto verso la terra. Anche il neonato è ancorato con tutto il suo organismo alla terra e, la prima fatica che egli si impone è proprio quella di superare la gravità per produrre quei movimenti consoni a permettergli di proiettare nello spazio esterno le proprie coordinate spaziali interne. L'autonomia di movimento, relativa alla forza di gravità, è indispensabile per l'esecuzione della manipolazione e dell'esplorazione spaziale, e quindi per lo sviluppo del processo informativo con le infinite possibilità di apprendimento che tale processo promuove. La precisione con cui il bambino avrà imparato a controllare i sistemi gravitazionale, visivo e vestibolare si rifletterà nella sua performance di adulto e, se la quantità di energia spesa per mantenere l'equilibrio del corpo in movimento, lascerà margini sufficienti per agire liberamente a più alti livelli, anche il processo di centratura potrà essere appreso con facilità. In caso contrario, ove lo sforzo di concentrazione e attenzione per mantenere efficiente l'equilibrio dinamico sia eccessivamente dispendioso, in

termini energetici, anche l'apprendimento del processo di centratura risulterà carente e inadeguato.

2. **Processo di centratura**: tale cerchio si riferisce all'allenamento degli occhi e all'allenamento binoculare; risponde alla domanda "Dove sono?". Indica la capacità che l'organismo sviluppa di selezionare singole aree di spazio verso le quali dirigere e concentrare attenzione e interesse. La risposta allo stimolo proviene dall'ambiente, fuso con l'input che i recettori interessati propagano al sistema nervoso si estrinseca infatti nella centratura, cioè nel movimento orientativo eseguito dal corpo proprio in direzione dello stimolo, movimento tramite il quale le coordinate dell'area spaziale esterna, che assorbe l'attenzione, si inseriscono nella mappa somatotopica interna dell'organismo in azione.
3. **Identificazione**: tale cerchio si riferisce all'allenamento delle capacità accomodative; risponde alla domanda "Che cos'è?". È la capacità di estrapolare dati significativi dell'azione della centratura. Affinché il processo si completi è necessario che l'informazione venga classificata in una "categoria", composta da parti o gruppi di informazioni della stessa specie. Il compito del cervello che assorbe il segnale dello stimolo sarà quindi quello di codificarlo prima, e poi di codificarlo poi, al fine di attribuirgli un'ideale ubicazione all'interno della mappa somatotopica. Un'identificazione corretta non può prescindere dall'integrazione e conseguente fusione di numerosi segnali e infatti l'organismo identificante opera un movimento orientativo nello stesso momento in cui si mantiene in equilibrio sia rispetto alla forza di gravità che alla centratura dell'area prescelta dall'attenzione. L'atto decodificante dell'identificazione comporta l'impiego combinato dei meccanismi efferenti dell'accomodazione e della convergenza,

entrambe soggette ad un continuo controllo corticale perseguito dal “nistagmo fisiologico”, cioè da un micromovimento esplorativo oscillante attorno allo stimolo allo scopo di confrontare costantemente quest’ultimo con l’output. Accomodazione e convergenza agiranno sempre scegliendo la forma di adattamento più consona ad economizzare il lavoro dei meccanismi corticali di ricerca i quali ridurranno la propria attività, e per conseguenza l’oscillazione attorno allo stimolo, non appena il confronto fra input e output si sia risolto in una esauriente acquisizione di significato, che rappresenta il fine ultimo del processo di identificazione.

4. **Processo di verbalizzazione (processo verbouditivo)**: tale cerchio si riferisce alla consapevolezza del corpo, all’abilità percettiva, all’abilità visiva di libertà di movimento e alla visualizzazione; risponde alla domanda “Com’è?”. Non appena la centratura abbia permesso l’emergere della figura dallo sfondo e l’identificazione ne abbia completato la conoscenza, il processo di verbalizzazione permetterà di attribuirle una definizione in termini di linguaggio convenzionale, affinché il soggetto possa aderire all’ambiente ospitante, comunicando con i propri simili. La risposta prodotta dall’atto visivo si estrinseca pertanto nella intellettualizzazione di quest’atto emergente dal modello, alla cui costruzione evolutiva abbia visto partecipare tutti i sistemi sensoriali e motori dell’organismo. Quando il modello di sviluppo della visione sia completato senza lacune sarà la funzione visiva stessa ad assumere un ruolo primario e determinante nelle possibilità intellettive dell’uomo lungo tutto l’arco della vita⁸.

2. VISIONE BINOCULARE E VISUAL TRAINING OPTOMETRICO

2.1 LE ANOMALIE DELLA VISIONE BINOCULARE

Le disfunzioni accomodative (di focalizzazione) sono clinicamente classificate come eccesso accomodativo, difficoltà accomodativa, insufficienza accomodativa e accomodazione mal sostenuta. La letteratura ha raccolto in un gruppo molti sintomi comuni delle disfunzioni accomodative. Questi vengono descritti come una ridotta acuità visiva al punto prossimo, una generale incapacità di sostenere le attività al punto prossimo, eccessivo stropicciarsi gli occhi, mal di testa, periodici annebbiamenti da lontano dopo un prolungato lavoro da vicino, diplopia al punto prossimo ed eccessivo affaticamento al termine della giornata⁹. Una volta che le cause patologiche o iatrogeniche sono state escluse, il trattamento dei disturbi accomodativi include lenti positive per il lavoro da vicino ed il VT mirato al miglioramento della funzionalità del meccanismo accomodativo¹⁰.

Levine et al¹¹ hanno stabilito una statistica di base per i lavori diagnostici dell'accomodazione che differenzia i pazienti sintomatici da quelli asintomatici. L'elemento significativo di questi studi è la relazione tra i sintomi e un'inadeguata facilità accomodativa. I disturbi accomodativi possono quindi creare significativi fastidi, inefficienze o evitamento delle attività svolte da vicino.

Una visione binoculare efficace si basa sulla presenza dell'allineamento motorio, coordinazione dei due occhi e fusione sensoriale. I soggetti che presentano anomalie della visione binoculare come insufficienza accomodativa, eccesso accomodativo, difficoltà accomodativa o mal sopportata, insufficienza di convergenza, eccesso di convergenza o

eccesso di divergenza, molto spesso riferiscono discomfort oculare e astenopia¹². Alcuni dei lamenti sono tensione oculare, irritazione, cefalea frontale e occipitale e fatica oculare, che portano a una avversione per la lettura, lo studio e qualsiasi altro compito da vicino¹³. Per andare incontro a tali discomfort, in base a ciò che viene diagnosticato dall'optometria, è possibile prescrivere delle lenti o dei prismi che aiutino il soggetto a compiere i compiti quotidiani con minor sforzo e stress.

2.2 LENTI DI SUPPORTO

Schrock¹⁴ conia il termine di “lenti di supporto” per riferirsi a quelle lenti o prismi che riducono lo stress o la difficoltà nel compiere un dato compito visivo. Le lenti di supporto saranno positive quando il soggetto ha difficoltà a divergere da vicino. Aggiungendo lenti positive e rilassando l'accomodazione, la convergenza è rilassata. Il soggetto sarà quindi capace di localizzare accuratamente attraverso le lenti positive, e non saranno necessari ulteriori aggiustamenti. Tali lenti possono essere utilizzate sia come ausilio per favorire un'adeguata performance visiva riducendo le tensioni e favorendo l'omeostasi visiva, sia come strumento di sostegno all'attività di allenamento visivo.

Durante il training accomodativo, le lenti prescritte hanno un notevole rilievo. Vari studi hanno dimostrato un cambiamento di comportamento tramite l'uso di lenti e prismi (Press, Apell, Horner, Kaplan; Kraskin, Streff e altri)¹⁵, come riportato nelle tabelle 1 e 2. Si può notare dalle tabelle che l'applicazione di lenti e prismi superano di gran lunga le loro caratteristiche di compensazione. Gli effetti comportamentali delle lenti e dei prismi, però, sono una funzione della

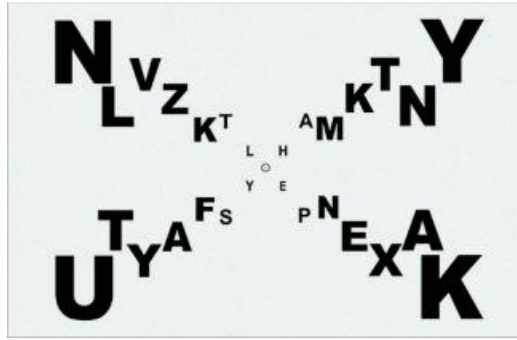
loro proprietà fisica e fisiologica di reazione agli stimoli ottici e ai risultanti aggiustamenti posturali.

| TABELLA 1: PROPRIETÀ SPAZIALI DEI PRISMI DI YORK | | | | | |
|--------------------------------------------------|--------------------------|----------------|-------------------|----------|---------------------------------------------|
| Base | Spostamento dello spazio | Equivalenza | Centro di gravità | Postura | Applicazione |
| Alta | Basso/vicino | Lenti negative | Più avanti | Indietro | Maggiore convergenza, elaborazione centrale |
| Bassa | Alto/lontano | Lenti positive | Più indietro | Davanti | Minor convergenza, elaborazione periferica |

| TABELLA 2: PROPRIETÀ SPAZIALI DELLE LENTI | | | | | |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|--------------|---------------------------|
| Potere | Fisica ottica | Comportamento | Postura | Equivalenza | Applicazione |
| Positivo | Aumenta la diffusione della luce, diminuisce l'intensità della luce | Espande lo spazio, da rilievo al terreno | Riduce la tonicità | Base interna | Consapevolezza periferica |
| Negativo | Diminuisce la diffusione della luce, incrementa l'intensità della luce | Restringe lo spazio, da rilievo alla figura | Aumenta la tonicità | Base esterna | Dettagli centrali |

Sarebbe molto limitativo concettualizzare il training accomodativa solo in termini di chiarezza o di cambiamenti di dimensione delle stampe. Se

si sposta il modello di processo di elaborazione di informazioni visive, il soggetto che non percepisce i cambiamenti di spazio o dimensione in risposta alle lenti deve essere reso consapevole che sta ignorando le



Macdonald Form Field

informazioni disponibili. Per trarre il massimo vantaggio dalle proprietà spaziali di lenti e prismi, per il training bisognerebbe usare varie tipologie di carte (tra cui la carta Macdonald Form Field), in aggiunta alle procedure con lenti tradizionali e prismi (tabelle 1-2).

2.3 CORRISPONDENZA TRA ACCOMODAZIONE E CONVERGENZA

In condizioni normali di visione, l'esperienza dell'utente è di associare un incremento di accomodazione con un incremento di convergenza e viceversa. L'accomodazione e la convergenza sono due meccanismi che permettono la visione nitida e singola alle diverse distanze. Tanto minore sarà la distanza di osservazione, tanto maggiore sarà la quantità di accomodazione e di convergenza richieste in funzione alla distanza di osservazione. A questi due meccanismi è associato uno sforzo muscolare proporzionale alla quantità di accomodazione e convergenza richieste in funzione della distanza di osservazione.

Esistono due livelli in cui non c'è corrispondenza, interazione, tra accomodazione e convergenza.

Durante la visualizzazione di un target non dinamico, usando le lenti, il soggetto cambia l'accomodazione senza un netto o conseguente cambio, finché non riposiziona la convergenza nel punto di origine¹⁶. Le lenti

positive diminuiscono lo stimolo accomodativo, mentre le lenti negative lo incrementano. Quando il soggetto accomoda, vi è un cambiamento di convergenza che si sposta verso l'accomodazione. Lo stimolo della convergenza sul piano di sguardo va mantenuta. Un cambiamento di convergenza accomodativa deve essere compensato da un'eguale grandezza di convergenza fusionale che permetta di mantenere nitido e singolo il target. È pertanto inappropriato sostenere che le lenti usate nel trattamento permettono al soggetto di fare cambiamenti di accomodazione liberi dalla convergenza. Finché il soggetto è impegnato in un trattamento binoculare, qualsiasi cosa venga fatta attraverso il sistema accomodativo richiede un'autoregolazione della convergenza per far sì che venga mantenuto l'equilibrio. Il soggetto che dichiara di vedere un target nitido e singolo guardando attraverso lenti di diverso potere ha acquisito la capacità di poter cambiare l'accomodazione senza rompere l'originale posizione di convergenza.

Nel primo livello, è richiesto al soggetto di imparare a rompere il legame tra accomodazione e convergenza, tramite la compensazione di risposte accomodative; in modo specifico, l'incremento della convergenza accomodativa tramite il rapporto AC/C è controbilanciato dall'accomodazione negativa, e incrementato dalla convergenza accomodativa delle vergenze fusionali negative. Nel secondo livello di non corrispondenza visiva viene portato il soggetto a un passaggio successivo. Non è sufficiente per il soggetto ripristinare la convergenza o l'accomodazione al punto di domanda originale, anzi la richiesta viene aumentata. Un incremento della divergenza deve essere ottenuta quando l'accomodazione è stimolata, e l'incremento di convergenza deve essere dimostrata quando l'accomodazione viene rilassata. Tramite la fusione negli spazi liberi o le carte stereoscopiche, il soggetto deve divergere

per mantenere la fusione quando le carte vengono portate più vicine al soggetto con un aumento di accomodazione per mantenerle nitide. Avvicinando e allontanando il target, il soggetto deve aumentare accomodazione e divergenza quando viene portato vicino, e diminuire l'accomodazione e la divergenza quando viene allontanato. Aggiungendo lenti positive si rende tale procedura più facile, e l'aggiunta di lenti negative la rende più difficile. Un altro metodo è quello di aumentare la richiesta di BI dei vectogram quando vengono usate lenti negative, o aumentare la domanda di BE usando lenti positive.

2.4 GRADI DI LIBERTÀ

I gradi di libertà sono i livelli di indipendenza di accomodazione e convergenza, quando vengono separati. Stabilire i gradi di libertà nel sistema accomodazione-convergenza è uno dei principali obiettivi del trattamento di tale sistema.

Per testare i gradi di libertà inerenti ad accomodazione e convergenza si utilizza il test dei prismi per le vergenze, convergenza relativa positiva (PRC) e negativa (NRC). Mentre si eseguono tali test bisogna mantenere il target chiaro e singolo quando si muove il piano delle vergenze più vicino al soggetto (PRC) o più lontano (NRC), mentre l'accomodazione è fissa sul piano di sguardo. I prismi valutati dal valore zero al primo annebbiamento, danno l'ammontare di gradi di libertà tra il sistema della vergenza e quello accomodativo.

Lo stesso principio è sempre vero per il test dell'accomodazione, accomodazione relativa positiva (PRA) e negativa (NRA), in cui si cambia il piano accomodativo mantenendo fisso il piano di vergenza del target fisso.

L'obiettivo che ci si prefigge utilizzando il principio di creare dei gradi di libertà tra accomodazione e convergenza, nel VT, lavorano con vectograms, flipper accomodativi, è permettere una buona flessibilità, comfort e durata quando si utilizzano entrambi gli occhi assieme contemporaneamente nella visione binoculare.

Gli stessi concetti possono essere usati (con differenti tecniche di VT) per aumentare i gradi di libertà usati nell'organizzazione centro-periferica e l'integrazione visuo-vestibolare.

In un paradigma di apprendimento, ciò crea sia un livello di supporto sia una difficoltà che il soggetto deve risolvere, misurato dall'abilità per mantenere la chiarezza e la fusione dell'immagine.

2.5 L'EFFETTO SILO

L'effetto SILO (Small In Large Out) è la percezione del cambiamento dell'oggetto che il soggetto ha mentre mantiene la fusione al cambiamento della convergenza o divergenza. Quando la convergenza è aumentata l'oggetto appare avvicinarsi e rimpicciolirsi, quando la divergenza è aumentata l'oggetto appare allontanarsi e ingrandirsi.

L'effetto SILO però non è universale. Gli adulti, spesso, infatti rispondono in modo opposto: se l'oggetto si rimpicciolisce riportano che si sta allontanando e se si ingrandisce riportano che si sta avvicinando, poiché sono dettati dall'esperienza. Tale effetto viene chiamato SOLI.

Tali sensazioni vengono utilizzate nel VT per avere un meccanismo di feedback da parte dell'utente inerentemente alla loro performance.

3. TRATTAMENTO DI ACCOMODAZIONE E CONVERGENZA

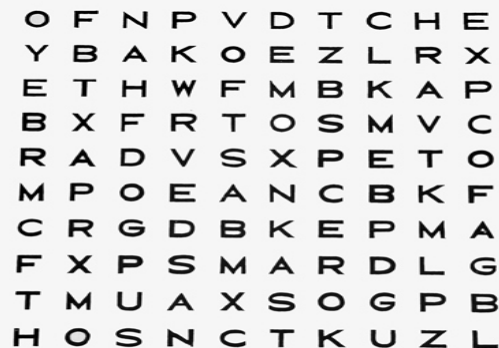
3.1 ALLENAMENTO DI ACCOMODAZIONE E CONVERGENZA

Le considerazioni procedurali del VT includono vari aspetti di trattamento optometrico: l'equalizzazione delle abilità monoculari (è importante che i due occhi abbiano entrambi una buona mobilità, che possa essere uguale o molto simile tra loro), l'integrazione centrale e periferica, e il conseguimento della flessibilità accomodazione-convergenza. Infatti ciascun esercizio prevede diversi livelli, come per esempio la palla di Marsden viene eseguita sia monoculare che binoculare e prevede l'utilizzo sia steso a terra, che seduto e in piedi.

Molto spesso nei programmi di VT seguire un processo terapeutico generale che incorpori attività oculomotorie monoculari e accomodative nelle sue prime fasi, è fondamentale poiché la capacità di muovere e allineare gli occhi è alla base di una visione binoculare efficace. Spesso alla base di problemi di vergenza, ossia l'allineamento dei due occhi, e di accomodazione si trova una motilità oculare non funzionale. Le procedure di motilità oculare sono incorporate nelle prime fasi di tutti i programmi di trattamento. Integrare la prestazione di dinamica oculomotrice con le procedure accomodative e di convergenza, produce un trasferimento più rapido delle capacità acquisite all'ambiente visivo di tutti i giorni. Quando l'ambiente visivo del soggetto include un frequente uso del computer, procedure di VT computerizzate facilitano il trasferimento delle capacità ai compiti quotidiani¹⁷. L'allenamento binoculare generalmente non viene iniziata fino a quando le capacità monoculari non sono ben bilanciate in entrambi gli occhi.

3.2 PROCEDURE DI TRAINING ACCOMODATIVO

Le procedure accomodative includono: Hart chart vicino-lontano, free-space push-up, rock accomodativo, lenti meno, Marsen Ball con lenti meno, rock accomodativo con vectograms. Anche se i disordini accomodativi e di



Hart Chart

convergenza si presentano alle diagnosi differenziali, i principi selezionati sono comuni a tutte le condizioni di convergenza accomodativa classificate come disfunzioni binoculari nonstrabismica. I soggetti che hanno difficoltà con la risposta accomodativa in una direzione, sia con stimoli che senza, possono iniziare dalla direzione opposta. Per esempio, l'utente che abbia difficoltà con l'accomodazione potrebbe attivarla sviluppando la sensazione opposta al rilassamento, guardando il target prima in maniera casuale, senza sforzarsi di trarre un'immagine chiara, e poi di guardarlo con più intensità. Questo è essenziale per il concetto di partire con un aspetto della funzione che il soggetto riesce a gestire, ed estenderlo successivamente a un aspetto del compito più difficile.

PRINCIPI DEL TRAINING PER ACCOMODAZIONE E VERGENZE

Incorporare fin dall'inizio del trattamento il compito di localizzazione spaziale;
Selezionare i compiti iniziali, nei quali il soggetto può avere successo;
Iniziare con intervalli lenti prima di quelli veloci;
Espandere gli intervalli lenti in tutte le direzioni;
Spostarsi negli intervalli veloci in tutte le direzioni;
Eseguire gli esercizi di intervalli veloci inserendoci anche la resistenza;
Lavorare sull'integrazione centro-periferica in aggiunta a chiarezza, dimensione e distanza apparente del target;
Non iniziare a eseguire esercizi con gli strumenti binocularmente finché l'accomodazione non si è stabilizzata.

I. INSUFFICIENZA ACCOMODATIVA

Per definizione, la persona in trattamento per un'insufficienza accomodativa risponde scarsamente al principio della stimolazione accomodativa. Nell'utilizzo delle carte "da vicino a lontano" di Hart, l'obiettivo è quello di avvicinare lentamente la carta per stimolare l'accomodazione, e contemporaneamente di focalizzarsi a distanza per rilassare l'accomodazione. Siccome l'esercizio non è un problema, il soggetto non dovrebbe avere difficoltà nella rifissazione a distanza, ma potrebbe avere problemi nel tornare alla carta da vicino. L'obiettivo è di portare la carta da vicino a una distanza commisurata al livello di accomodazione prevista dall'età. Con il metodo push-up, il valore previsto è pari a $18 - \frac{1}{3}(\text{età})$ (tabella 3).

| TABELLA 3: VALORI ASPETTATI NELL'ANNEBBIAMENTO DA PUSH-UP | | |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| Età | Ampiezza accomodativa | Distanza (cm) |
| 6 | 16D | 6 |
| 12 | 14D | 7 |
| 18 | 12D | 8 |
| 24 | 10D | 10 |
| 30 | 8D | 12,5 |
| 36 | 6D | 16,6 |
| 42 | 4D | 25 |

Quando il bersaglio da vicino viene avvicinato o si aggiungono lenti negative, il soggetto con insufficienza accomodativa deve essere avvisato che la sua percezione di sfocatura è il risultato di una messa a fuoco troppo distante. Si chiederà quindi all'utente di concentrarsi intensamente, di prestare attenzione al dettaglio dell'oggetto, di essere consapevole dell'effetto SILO (small in, large out), toccare l'oggetto, o di visualizzare qualcosa più vicino del target; sviluppare la sensazione di guardare da più vicino aiuta la prestazione¹⁸.

Scheiman e Wick¹⁹ suggeriscono che il valore della lente negativa previsto per l'ampiezza dovrebbe essere 2D meno che dell'ampiezza ottenuta con il metodo da push-up a sfocatura. All'inizio, tuttavia, l'utente potrebbe dover utilizzare lenti positive per mettere a fuoco il target vicino. Progressivamente l'aggiunta di positivo viene ridotta e il soggetto comincia a vedere chiaramente con lenti negative finché non si raggiunge l'obiettivo. Mettere a fuoco con crescenti valori negativi della lente è difficile, ma mettere a fuoco l'obiettivo quando la lente viene rimossa dovrebbe essere più facile. L'obiettivo medio è -5D, anche se

le nostre aspettative sono migliori sui bambini piccoli piuttosto che con persone che stanno sviluppando la presbiopia.

Esercizio 1: Push-up con la corda di Brock

Questa è una semplice variazione delle normali procedure con la corda di Brock ed è inizialmente eseguita monocolarmente. Usare una perlina vicina che abbia una lettera equivalente a 0,2 LogMar per il feedback accomodativo. Cominciare con la perlina vicina alla distanza di Harmon, e lasciate le altre due perline all'estremità più lontana della corda. La perlina va lentamente mossa verso



l'interno mentre il soggetto mantiene la messa a fuoco. La prestazione con l'occhio destro è paragonata a quella del sinistro, e lo scopo è di raggiungere la simmetria e di aumentare l'ampiezza accomodativa. Se è necessaria l'aggiunta di lenti positive fin dall'inizio, bisogna ridurne la potenza alla prima occasione. Quando il soggetto è in grado di muovere la perlina vicina approssimativamente fino al punto di perdita di messa a fuoco (Tabella 3), spostare lentamente l'obiettivo indietro fino alla distanza di Harmon. Una volta che l'ampiezza ha raggiunto un livello normale, muovere la seconda perlina dietro la prima. Chiedere al soggetto di mantenere la consapevolezza della perlina dietro mentre segue la prima avvicinarsi e allontanarsi di nuovo.

Esercizio 2: Robbins rock (monoculare alternata)

La tecnica Robbins rock è solitamente utilizzata attraverso il forottero, con una lente negativa di fronte ad un occhio e una lente positiva di fronte all'altro. Iniziare con una potenza moderata di $\pm 1.50D$. Il soggetto con insufficienza accomodativa non solo ha difficoltà di messa a fuoco con le lenti negative, ma avrà solitamente difficoltà anche nel giudicare l'effetto SILO.

Quando il soggetto accomoda per mettere a fuoco un bersaglio attraverso una lente negativa, l'oggetto diventa più piccolo. In aggiunta, il volume di spazio tra il soggetto e il bersaglio diventa compresso. L'impressione visiva dovrebbe essere che il bersaglio sia diventato più piccolo e vicino. Nonostante ciò, la logica detta che se il bersaglio appare più piccolo è come se si fosse allontanato. Di conseguenza se il soggetto sta rispondendo a spunti esperienziali piuttosto che spaziali, segnalerà che il bersaglio si è allontanato ed è rimpicciolito ulteriormente. Una volta che l'utente associa la sensazione di messa a fuoco attraverso una lente negativa con quella di avvicinamento spaziale, la risposta accomodativa sarà migliorata e verranno introdotte lenti con valori più alti.

Esercizio 3: Spostamento di lente negativa

Allontanando una lente negativa dall'occhio, la sua potenza effettiva è ridotta. Un metodo per semplificare al soggetto la messa a fuoco attraverso lenti negative più potenti è quella di vedere una carta di Hart da distanza a 1,5m monocolarmente attraverso una lente -1.00 tenuta alla distanza di un braccio. Man mano che l'utente lentamente avvicina la lente, sviluppa maggior accomodazione. Progressivamente verranno utilizzate lenti negative di potere maggiore, con l'obiettivo di ottenere

metà dell'ampiezza accomodativa prevista per il livello dell'età del soggetto (Tabella 3).

Interporre un oggetto, tra l'occhio del soggetto e il bersaglio, come per esempio una Marsden Ball, a una distanza che sia alla portata dell'utente.

Chiedere al soggetto di toccare tale oggetto. Quando una lente negativa è posta davanti all'occhio, egli dovrebbe

percepire il bersaglio come più piccolo e vicino. Far toccare al soggetto l'oggetto per localizzare l'apparente spostamento nello spazio. Il soggetto può allontanarsi ulteriormente dall'oggetto interposto (ad esempio la Marsden Ball che può essere localizzata tramite un bastone).



Marsden Ball

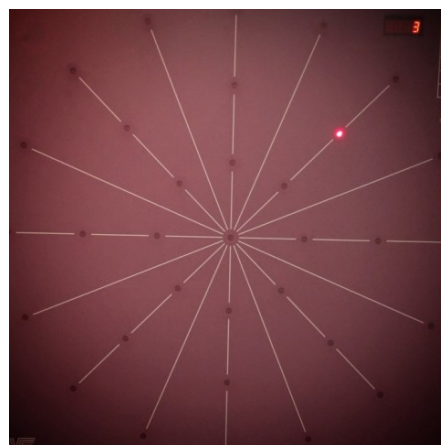
II. ECCESSO ACCOMODATIVO

L'eccesso accomodativo è l'esatto opposto dell'insufficienza. Il soggetto con eccesso accomodativo non ha difficoltà a portare il target più vicino, ma è lento ad allentare la messa a fuoco quando il bersaglio è a distanza. Bisogna iniziare con lenti negative, diminuendone la potenza negativa, per trasmettere una sensazione di rilassamento. Bisogna essere cauti nell'utilizzo di lenti negative molto potenti quando il tempo che si può dedicare al training è limitato, perché questo incoraggia la tendenza all'eccesso del soggetto.

All'inizio del trattamento conviene incorporare procedure che incoraggiano la consapevolezza periferica e il rilassamento. Queste includono respirazione profonda, saccadi ai quattro angoli, il Wayne Saccadic Fixator con fissazione centrale, e il metodo Peckham modificato.

Esercizio 1: Wayne Saccadic Fixator

Il Wayne Saccadic Fixator illustra che non è l'equipaggiamento che realizza l'obiettivo, ma l'insieme di istruzioni che va con esso, e la risposta del soggetto a ciò che gli viene spiegato. Un metodo per assicurare la fissazione centrale con il monitoraggio periferico è quella di mettere direttamente di fronte all'occhio del soggetto uno specchio del



quale deve sempre essere consapevole. L'attuale Saccadic Fixator ha una luce di fissazione centrale. È utilizzato per sviluppare un equilibrio tra fissazione centrale e monitoraggio della periferia. Il programma comincia con una luce centrale che il soggetto deve premere. Non appena il bottone viene premuto, la luce centrale si accende e il processo è ripetuto.

Esercizio 2: il Metodo Peckham modificato

Il metodo Peckham è una delle molte forme di allenamento accomodativo inibitivo¹⁹. È spesso chiamato 'modified Peckham rock'. Inizialmente fu introdotto come metodo per rilevare l'ipermetropia latente. Il concetto generale è che il prisma BI aggiunto per indurre la divergenza permetterà al soggetto di rilassare l'accomodazione, e di conseguenza di accettare maggiormente le lenti positive.

Richman e Cohen²⁰ suggeriscono la seguente tecnica:

Cominciare da vicino con 0.25 D meno dell'accomodazione negativa relativa (NRA);

1. Aggiungere da 8 a 10 Dp BI;

2. Continuare ad aumentare prismi BI finché il soggetto non riporta sfocatura;
3. Rimuovere le lenti e far leggere al soggetto la scheda Snellen a distanza;
4. Ritornate alle lenti tolte in precedenza: se il bersaglio è chiaro, provare ad aggiungere lenti positive finché non viene riportata sfocatura;
5. Aggiungere ulteriori 2 Dp BI, per vedere se si riesce a ottenere ulteriore positivo da vicino;
6. Ripetere i passi dal 4 al 6;
7. Infine provare a ridurre la quantità di BI mantenendo la chiarezza.

Il bersaglio usato da vicino è un Snellen 0,2 LogMar oppure una carta per il rock accomodativo. Tale procedura termina quando il soggetto acquisisce un valore binoculare normale con lenti positive da vicino nell'intervallo da +2.00 a +2.5 D con poco o nessun prisma BI aggiuntivo. Questa procedura si basa sul concetto che il soggetto sta accomodando eccessivamente e quindi ha eccessiva convergenza che può essere rilassata, in tal caso allora la procedura può essere eseguita anche a distanza. Il soggetto può fissare l'ottotipo, e viene aggiunto una lente di +0,25D OU ogni 2Dp BI aggiunte. Questa tecnica può essere anche eseguita con l'occhialino di prova in uno spazio libero, anche se può essere più ingombrante, fornisce più consapevolezza periferica.

Esercizio 3: Metodo Updegrave modificato

Questa procedura è un'altra versione dell'accomodative inhibitive rock, ma i suoi principi sono utilizzati nel trattamento a casa e nella tecnica della lettura attraverso la sfuocatura²¹. Il soggetto legge da vicino attraverso la massima lente positiva accettata; si muove leggermente più lontano, o altre lenti positive vengono aggiunte, finché non è presente

della sfocatura. Il soggetto chiude gli occhi per cinque secondi, associando questo periodo di buio con il rilassamento e la sensazione di guardare verso una distanza lontana. Quando apre gli occhi, la stampa dovrebbe apparire meno sfocata. Questa procedura dovrebbe essere ripetuta almeno in 10 cicli.

Esercizio 4: Hart Chart walk-away

Un'altra variante della lettura attraverso la sfocatura che si presta al training a casa. La carta di Hart a distanza è attaccata al muro e il soggetto la guarda attraverso lenti di +1.00D alla distanza soggettiva. Bisogna ricordare che l'Hart Chart con lettere standard sottende un angolo visivo di 10/10 a una distanza di 2m. Ignorando gli effetti della profondità di messa a fuoco, guardando attraverso una lente +0.50D, la massima distanza cui un soggetto dovrebbe essere in grado di leggere il grafico è la distanza cui può rilassare mezza diottria di accomodazione, che è 2m. I valori rappresentativi sono dati nella Tabella 4. Se il soggetto è in grado di mantenere chiarezza visiva oltre la distanza prevista, sta rivelando una maggior capacità di accettazione di lenti positive a distanza. L'optometrista dovrebbe ricontrollare i risultati a distanza e da vicino con l'aspettativa dell'aumento della positività o la diminuzione della negatività nelle lenti prescritte da vicino o lontano. Il soggetto con eccesso accomodativo procede poi agli esercizi per la convergenza binoculare a distanza e da vicino, con prismi BI e BO.

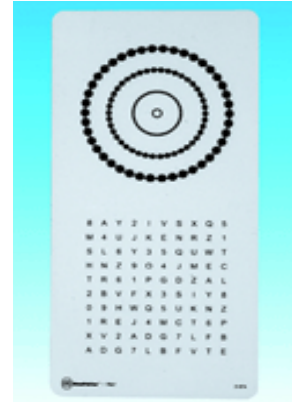
| TABELLA 4: DISTANZA ASPETTATA PER ANNEBBIARE CON L'ALLONTAMENTO DELLA HART CHART | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Potere delle lenti addizionali | Distanza (m) |
| +0,25 | 4,0 |
| +0,50 | 2,0 |
| +0,75 | 1,3 |
| +1,00 | 1,0 |
| +1,25 | 0,8 |
| +1,50 | 0,6 |

III. DIFFICOLTÀ ACCOMODATIVA E ACCOMODAZIONE MAL SUPPORTATA

Il soggetto con difficoltà accomodativa ha una mancanza di ampiezza in entrambe le direzioni. In termini comportamentali, si dice che il soggetto sia teso e ci siano limitati gradi di libertà. Le basi delle procedure di trattamento della difficoltà accomodativa sono le varie forme di rock accomodativo. Quando la difficoltà accomodativa si palesa, il soggetto potrebbe mostrare difficoltà con i cambi di velocità, con gli intervalli di cambiamento delle lenti, la direzione del cambiamento, o la capacità di mantenere l'abilità nel corso del tempo. Gli standard per la difficoltà di accomodazione sono dati in cicli per minuto. Borish²² suggerisce che i due occhi debbano essere entro 0.5 sec di differenza l'uno dall'altro. Durante il corso del training, l'optometrista dovrà assistere il soggetto nel riconoscimento della differenza tra i due occhi, della differenza tra lente positiva e negativa, e prendere provvedimenti affinché le prestazioni vengano equiparate.

Esercizio 1: Macdonald Bullseye rock

A differenza della tecnica del rock accomodativo con le Hart Chart, il rock del Macdonald Bullseye permette all'utente di modificare la risposta accomodativa attraverso un cambio di attenzione piuttosto che con la rifissazione. La lettera per la fissazione a distanza dovrebbe essere: una lettera che possa essere vista molto chiaramente a 6m, e posizionata sul muro a livello della linea di sguardo del soggetto. L'utente tiene il Bullseye a circa 40 cm davanti all'occhio non bendato, in una posizione che permetta la visione della lettera a distanza attraverso il target²³. Con il Bullseye tenuto nella stessa posizione, il soggetto trasferisce la sua attenzione al bersaglio vicino e prova a mettere a fuoco il target, sfuocando la lettera sullo sfondo. Il soggetto sposta poi la sua attenzione da vicino a lontano per approssimativamente due minuti, poi passa all'altro occhio.



Bullseye

Quando il soggetto esegue questa tecnica binocularmente, deve essere consapevole della diplopia fisiologica del Bullseye mentre si guarda da lontano, e della lettera distante quando guarda da vicino. L'optometrista dovrebbe assicurarsi che il mirino sia tenuto al centro sulla linea di mezzo. Il mirino può essere tenuto un po' più vicino quando si esegue la procedura binocularmente.

Esercizi 2: Rock di Robbins modificato

Introdotta da Kraskin²⁴, il rock modificato di Robbins è utilizzato in condizione binoculare. Un prisma di 6 Dp BD (Diottrie prismatiche Base Down) sono presentati all'occhio destro e un prisma di 6 Dp BU (Base Up) a quello sinistro. L'utente potrebbe notare che l'immagine dell'occhio destro è più grande e distante, e che quella sinistra sia più piccola e vicina.

Si introduce poi +0.25D davanti all'occhio destro e -0.25D davanti all'occhio sinistro. Si chiede al soggetto se nota cambiamenti nell'apparente cambio di dimensioni o locazione e ne si registra l'assenza o la consapevolezza. Il soggetto potrebbe non essere in grado di accorgersene fino al raggiungimento del valore di +/-1.00D. Nell'ultima fase di questa tecnica l'optometrista progressivamente riduce il potere del prisma dissociativo finché il soggetto può simultaneamente elaborare i due bersagli senza l'uso del prisma. I due target potrebbero non essere completamente a fuoco, ma dovrebbero essere egualmente a fuoco, con uno che appare di fronte all'altro. Se il soggetto guarda troppo un bersaglio, esso oscillerà. Quando il soggetto ha raggiunto un equilibrio nelle posizioni relative tra i due bersagli, l'oscillazione è ai livelli minimi²⁵.

Esercizi 3: Esercizi accomodativi al computer

Per questa procedura viene utilizzata una lente positiva davanti ad un occhio e una lente negativa davanti all'altro. Cooper e Maurer²⁶ suggeriscono la sequenza per il rock alternato elencata nella tabella 5. Gli occhiali a cristalli liquidi, che controllano la presentazione dei bersagli agli occhi sinistro e destro rispettivamente, sono indossati sopra

le lenti da allenamento. Il computer presenta quattro quadrati visibili soltanto all'occhio destro. Ogni quadrato ha un puntino posizionato casualmente nella porzione bassa, alta, destra o sinistra dello schermo. In sequenza, il soggetto muove il joystick in direzione della posizione della localizzazione del puntino. Dopo la sequenza con l'occhio destro, quattro quadrati sono presentati all'occhio sinistro. La potenza delle lenti è aumentata ogni volta che l'utente ottiene il livello minimo previsto per ogni occhio, che sono 11cpm e un livello dell'80% di risposte corrette²⁶. Se il soggetto ha difficoltà, è portato a guardare più da vicino dello schermo e a rilassare la messa a fuoco con le lenti positive. Egli procede poi con il rock binoculare, con l'optometrista che utilizza flipper con lenti opposte di eguale potenza.

| TABELLA 5: SEQUENZA DI LENTI PER IL ROCK ACCOMODATIVO ALTERNATO | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------|
| Occhio destro | Occhio sinistro |
| +0,5 | -1,00 |
| +0,75 | -2,00 |
| +1,00 | -3,00 |
| +1,25 | -3,50 |
| +1,50 | -4,00 |
| +1,75 | -4,50 |
| +2,00 | -5,00 |
| +2,25 | -5,50 |
| +2,50 | -6,00 |

Esercizio 4: barre di lettura

Le barre di lettura sono un metodo per monitorare la soppressione durante il rock accomodativo. Il termine deriva dall'uso di una barra posizionata sulla linea di mezzo dei due occhi, vista nella diplopia

fisiologica quando il soggetto osservava la pagina. La soppressione viene monitorata mantenendo la consapevolezza di entrambe le immagini durante la lettura. Lo stesso obiettivo può essere ottenuto con una matita interposta tra gli occhi e la pagina. Come è utilizzata nella pratica corrente, le barre di lettura è il termine applicato all'auto-gestione del soggetto affinché si possa rendere conto se avviene una soppressione attraverso strisce polarizzate o anaglifi in acetato impressi sulla pagina stampata. Quando uno degli occhi è soppresso, il materiale di lettura sotto la striscia o l'acetato corrispondente si oscura. Le strisce polarizzate sono preferibili perché presentano lo stesso livello di luminosità a entrambi gli occhi e non causano molta rivalità delle retine. Al soggetto viene quindi chiesto di leggere la pagina e riferire se qualche sezione sparisce, si oscura o traballa. Il rock accomodativo è poi eseguito nella maniera convenzionale, o come rock alternato o rock binoculare con valori isometropici progressivamente crescenti.

3.3 PROCEDURE DI TRAINING PER LA CONVERGENZA

Possono essere tracciate delle forti somiglianze tra il training per l'accomodazione e per la convergenza. Qualsiasi procedura di VT eseguita binocularmente influenza la postura binoculare. L'interazione psico-fisiologica tra i due sistemi avviene nella sovrapposizione tra centratura e identificazione. Questo è evidente sia nell'accuratezza della proiezione spaziale che nell'efficienza dei compiti bidimensionali. Le caratteristiche della funzione accomodativa-accuratezza, distanza, velocità e resistenza si applicano anche alle funzioni di convergenza.

IV. INSUFFICIENZA DI CONVERGENZA E PSEUDO-INSUFFICIENZA DI CONVERGENZA

L'insufficienza di convergenza è la condizione che risponde più rapidamente alla terapia visiva, e la sua percentuale di successo si avvicina a 90%²⁷. Il principale obiettivo è quello di espandere il sistema di vergenza fusionale positiva, in modo da assorbire le condizioni di stress visivo. È più facile trattare la vergenza fusionale positiva rispetto alla vergenza fusionale negativa. Si presti attenzione al fatto che alcune tecniche più comuni di VT sono graduate per molta più convergenza che divergenza (tabella 6).

| Target | BO (Dp) | BI (Dp) |
|-------------------|---------|---------|
| Vectograms (40cm) | 33 | 16 |
| Stereoscopio | 25 | 12,5 |
| Aperture rule | 30 | 17,5 |

Il trattamento della vergenza fusionale positiva è generalmente ideata per permettere al soggetto di raggiungere un intervallo quanto i valori previsti.

C'è un importante avvertimento nella terapia per l'insufficienza di convergenza: l'utente deve ricordarsi di mantenere sempre la messa a fuoco del bersaglio altrimenti entra in gioco la convergenza accomodativa. L'eccessivo uso di convergenza accomodativa non solo porta in uno sforzo verso l'interno, mettendo di conseguenza ulteriormente a dura prova la vergenza fusionale positiva, ma potrebbe portare in una condizione di pseudomiopia, perché il soggetto è riluttante a divergere con l'eccessiva accomodazione. L'esercizio coi prismi BO attraverso lenti positive, incoraggia l'utente a rilassare

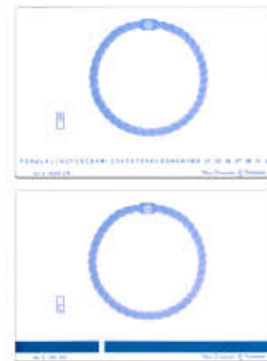
l'accomodazione piuttosto che stimolarla, mentre converge. Richman e Cron²⁸ constatarono che una ricompensa più alta viene dall'accuratezza della risposta accomodativa con soggetti con pseudoin sufficienza di convergenza, perché l'insufficienza di convergenza è il risultato dell'insufficienza di accomodazione. L'accettazione di lenti positive va dunque periodicamente rivalutata. Nel caso di pseudoin sufficienza di convergenza, non appena il soggetto accetta del positivo è in grado di attivare maggiormente l'accomodazione residua. Nel caso di vera insufficienza di convergenza, man mano che il soggetto procede con il trattamento, potrebbe divenire chiaro che l'insufficienza di convergenza era un adattamento secondario per bloccare l'eccesso di convergenza.

Esercizio 1a: Vectograms

I vectograms polarizzati sono potenti per sviluppare la percezione dell'effetto SILO, e ogni vectogram ha caratteristiche uniche. La relativa richiesta di vergenza in alcuni dei vectograms varia, come spiegato nella Tabella 7.

| TABELLA 7: RICHIESTA DI CONVERGENZA DI ALCUNI VECTOGRAM | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vectogram | Domanda di ortho posto a 40 cm |
| Mother Goose | Bo Peep: ortho Humpty Dumpty: 1BO King Cole: 2 BO |
| Spirangle | Lettera X: ortho Lettera E: 0,75 BO Lettera I: 6,5 BO Lettere vicine: E, T, Q, W, D, V, F, B, J, H, I; Lettere lontane: Y ,N ,K, S, C, P, Z, M; Lettere sul piano: G,O,A,U. |

Un soggetto con insufficienza di convergenza enfatizzerà la direzione BO e quindi dovrà impiegare più tempo ad acquisire la sensazione dell'effetto SILO mentre converge e stimando l'avvicinarsi del bersaglio, dovrebbe sembrare rimpicciolirsi. Solitamente si inizia la tecnica a distanza, perché è quella in cui la



Vectogram Quoits

binocularità è relativamente migliore nell'insufficienza di convergenza. Una moneta viene attaccata al centro di uno dei vectogram Quoits. Man mano che aumenta la separazione tra i soggetti nella direzione esterna, la moneta resta nel piano di riferimento mentre la corda dovrebbe apparire muoversi in avanti e diventare più piccola della sua dimensione originaria.

Lavorando da vicino, viene richiesto al soggetto di localizzare il target con un indicatore o una matita. Se il soggetto non è sicuro se il bersaglio si stia avvicinando, l'optometrista gli farà notare, mentre posiziona il suo indicatore sotto la corda, che esso si avvicina: dunque anche la corda deve avvicinarsi. Ogni volta che il soggetto localizza nello spazio con l'indicatore, l'optometrista può controllare l'accuratezza della risposta chiedendo al soggetto di muovere di proposito l'indicatore più vicino o più lontano di quanto il bersaglio appaia.

In alternativa, si può chiedere al soggetto di chiudere gli occhi e mantenere l'indicatore nello stesso punto, mentre diminuisce la separazione dei bersagli fino a livello ortho. Non appena il soggetto apre gli occhi e guarda il puntatore, dovrebbe vedere due anelli di Quoits sullo sfondo, non essendo più nel piano dell'indicatore. Un altro metodo di assistere il soggetto nella scoperta della sensazione

Silo, è con il metodo di scelta forzata. È preferibile utilizzare vectograms identici nelle file superiore e inferiore dell'oroptero, come due paia di anelli. Nella fila superiore lasciate gli anelli a Ortho. Muovere gli anelli, nella fila sottostante, lentamente nella direzione BO e chiedere se la fila in basso si stia avvicinando o allontanando rispetto alla fila in alto. Se il soggetto ha una buona divergenza, ma una convergenza molto limitata, cambiate il set in alto di anelli alla lettera F. Iniziare con il set in basso alla lettera F e cambiare lentamente verso ortho, giusto per ottenere la sensazione di convergenza relativa. Poi procedete lentamente alla parte numerica della scala. Il movimento di parallasse può essere utilizzato come feedback aggiuntivo alla localizzazione. Se il soggetto sta convergendo verso il bersaglio nello spazio, il bersaglio sarà visto in movimento nella stessa direzione del soggetto. Se egli oscilla verso destra il bersaglio si sposterà verso destra; accade l'opposto per la divergenza. Un indizio finale per la localizzazione è muovere il bersaglio più vicino o più lontano dal soggetto. Il soggetto che converge alla distanza spaziale di 10BO a 40cm avrà soltanto metà di quella necessità se si sposta indietro a 80 cm. Il vectogram bersaglio diventa di conseguenza notevolmente più grande mentre si allontana per diminuire la convergenza, e appare notevolmente più piccolo se arretra a 40 cm. Avvicinarsi più di 40 cm dal bersaglio non è efficace perché il riflesso monoculare prossimale di ingrandimento lineare di solito potenzia troppo l'effetto SILO binoculare di convergenza aumentata a distanza molto ravvicinata.

Esercizio 2a: Bioptograms (Stereogrammi)

I bioptograms sono una serie di stereogrammi di 8 carte, raccolte in un libro, disponibile nelle serie BI e BO. Sono fabbricati per l'uso in un stereoscopio Brewer e sono comodi per l'uso a casa o in ufficio.

Man mano che le carte dello stereoscopio sono portate in avanti, il soggetto deve divergere gli occhi, mentre aumenta l'accomodazione. Di conseguenza un soggetto con insufficienza di convergenza dovrebbe trovare che le carte siano più facili da combinare mentre sono portate in avanti, perché deve utilizzare meno convergenza. Flax²⁹ ha introdotto una formula che calcola il cambio di necessità di convergenza mentre una carta dello stereoscopio è mossa avanti e indietro:

$$C = \frac{(PxLS) - TS}{TD}$$

C = richiesta di convergenza (dioptri a prisma),
P = potere delle lenti dello stereoscopio,
LS = separazione delle lenti,
TD = distanza del soggetto dalle lenti dello stereoscopio (m),
TS = separazione dai corrispettivi punti del soggetto (cm).

P e LS sono valori fissi per uno stereoscopio Brewster. Il Biopter e il Keystone Telebinocular hanno un valore di P di +5 e un valore di LS di 9.5. Quando le carte sono all'infinito ottico, TD è a 20cm, o 0.2m. Nella serie di Bioptograms BO, tutte le carte hanno effetti BO significativi. Le carte 2, 3, 4 e 8 hanno un effetto di convergenza graduale quando si procede attraverso le lettere o i numeri. Le carte 5, 6 e 7 hanno necessità di vergenza a salto. Nella serie BI, le prime carte in realtà contengono alcune richieste BO in alcune parti della figura. Questo è un utile strumento, affinché alcuni soggetti con insufficienza di convergenza diventino abili negli intervalli BO, ma non riescano a

equilibrarli con BI. Gli stereogrammi di conseguenza guidano il soggetto attraverso salti di vergenza tra BI e BO.

Esercizio 3a: terapia computerizzata per le vergenze

La terapia computerizzata comporta un vantaggio maggiore rispetto ai metodi non computerizzati, in particolare quando il soggetto passa un considerevole quantitativo di tempo al computer. In questi casi l'acquisizione o l'espansione delle capacità visive per mezzo di stimoli computerizzati si trasferisce direttamente alle condizioni di vista quotidiane del paziente.

Cooper³⁰ ha preso in esame le opere che mostrano l'efficacia della terapia computerizzata per la vergenza. La seguente è una sequenza in cui la terapia computerizzata per la vergenza è utilizzata³¹:

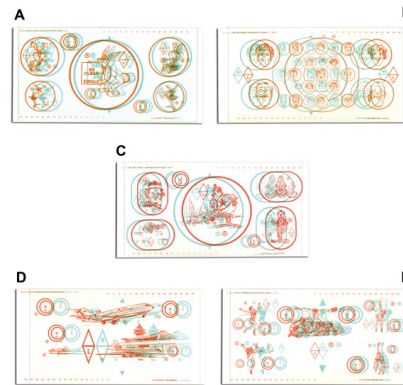
1. Iniziare con bersagli di fusione molto grandi;
2. Cominciare con la vergenza regolare;
3. Iniziare con bersagli statici;
4. Separare i bersagli lentamente;
5. Aumentare la separazione;
6. Procedere con bersagli più piccoli;
7. Procedere con fasi di salto delle vergenze;
8. Procedere con bersagli dinamici;
9. Avanzare con salti delle vergenze casuali.

Il sistema Opti-Mum, ideato da Ludlam³², permette anche il controllo sulla dimensione del bersaglio, la velocità, la direzione e velocità di rotazione. Gli stereogrammi con pallini casuali sono ideali per i bambini la cui veridicità potrebbe essere dubbia. Quattro diversi bersagli riducono le probabilità di indovinare al 25%. I polarizzatori a cristalli liquidi utilizzati in combinazione all'Oroptero computerizzato e al

sistema Opti-Mum, riducono un po' del flusso accomodativo associato alla chromostereopsi dei programmi anaglifici rosso-blu.

Esercizio 4a: Tranaglyph

I tranaglyph sono bersagli rossi e verdi stampati su uno sfondo trasparente di acetato. Le serie 500 e 600 di tranaglyph variabili sono analoghi dei vectogram polarizzati variabili. La serie 500 è l'equivalente dei vectogram Quois, con il vantaggio aggiunto di avere una slide supplementare che incorpora un bersaglio "quadrato-x-o" di fusione centrale con gli anelli periferici.



Tranaglyph 500

I bersagli della serie 600, compresi di slide di un coniglio, una spirale, un clown, un aeroporto e sport, non sono intense come i vectograms polarizzati. Il bersaglio verde è visto dall'occhio che guarda attraverso il filtro rosso.

Le serie 50 e 70 dei tranaglyph sono a target non variabili. la serie 50 è usata per creare le riserve delle vergenze orizzontale incrementato di 2 Dp, e la serie 70 è usata per creare le riserve delle vergenze verticali con incrementi di 0,25 Dp. Le serie 800 e 900 sono slide di allenamento a valore prismatico variabile e, aggiungendo una gamma per le vergenze verticale, è possibile aggiustare sia le vergenze verticali che quelle orizzontale con lo stesso target.



Tranaglyph 600

Arrivati fin a questo punto i target di fusione piatta possono risultare uniti al controllo della soppressione. La flessibilità accomodativa binoculare può essere monitorata, oppure il soggetto può usare un'eccessiva accomodazione per mantenere o incrementare la risposta di convergenza.

Esercizio 1b: cheirosopic tracing/stelle di Van Orden

Una sequenza di cheirosopic tracing può essere seguita da una sequenza cheirosopic di Keystone e dalle stelle di Van Orden. Il cheirosopic target presenta un'immagine a un occhio che viene trasferita intraocularmente all'occhio collegato e proiettato nel verso opposto della carta. Possono essere usati compiti binoculari di varia complessità, tra cui la percezione della figura dello sfondo. Ogni immagine è contenuta in un riquadro rettangolare. Se avviene soppressione, l'optometrista può disegnare un contorno



Cheirosopic Tracing

parziale o completo, con un pennarello, che serve a favorire la fusione. I punti corrispondenti della figura e il suo tracciamento dovrebbero avere una separazione di circa 80 mm. La stella di Van Orden è un'altra procedura che viene solitamente utilizzata per il test, ma potrebbe essere più utile nell'allenamento. Il Van Orden 2 è il test standard, che ha i simboli disposti verticalmente lungo i margini sinistri e destri così i pazienti possono collegarli disegnando contemporaneamente delle linee diagonali. Keystone presenta le carte per l'allenamento binoculare (Van Orden BO) che contengono un blocco centrale della fusione. I cerchi

concentrici sono fusi nella profondità e il cerchio piccolo sembra galleggiare avanti. Ciò dovrebbe aumentare l'accuratezza delle linee di convergenze e può diminuire la soppressione centrale.

Esercizio 2b: aperture rule

Lo strumento è utilizzato come ponte tra l'artificialità dei filtri polarizzati o anaglifici, e lo specchio o la proiezione ottica sferico-prismatico dello stereoscopio, alla vera fusione nello spazio³³. Poiché la distanza di fissazione alle carte è di 40 cm, il soggetto dovrebbe guardare attraverso l'abituale prescrizione da vicino. Posizionare il singolo cursore nella posizione uno e due dell'asta. Il soggetto tiene il suo naso centrato sul bordo della riga.



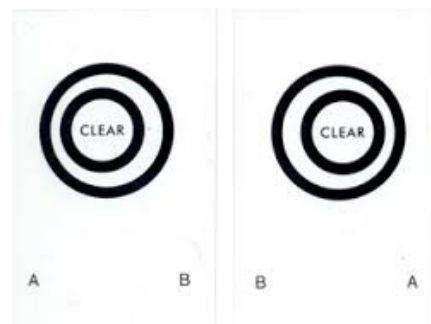
Aperture Rule

Viene usata la carta AP1 per prima. Quando si guarda attraverso le lenti, il soggetto dovrebbe vedere un orologio con una doppia serie di cerchi. I cerchi dovrebbero essere visti in fusione, con il piccolo cerchio che si muove in avanti. Al di sopra dei cerchi c'è disegnata una croce e un pallino al di sotto, e servono da controllo per eventuale soppressione. Per il soggetto che non riesce a riferire un movimento, o che non rilevi i segni di controllo per la soppressione, deve essere rivista la posizione in cui è posto: sta guardando attraverso una fusione incrociata, la parte destra del target è vista dall'occhio sinistro. Perciò se dovesse chiudere l'occhio destro dovrebbe vedere solo la croce e non il pallino. Se questo non è il caso, egli deve posizionare la testa in modo che solo l'occhio

sinistro possa vedere la croce. Una volta che si è certi che il soggetto sia in fusione senza soppressione, gli si chiede di afferrare il target nello spazio tra la carta e le lente. Una freccia sull'asta, fuori dal campo visivo del soggetto, mostra all'esaminatore dove il soggetto dovrebbe rilevare il target. Se il puntatore viene spostato intenzionalmente più vicino al diaframma o più lontano in modo che tocchi la carta, dovrebbe essere visto in diplopia fisiologica. Al termine di ogni carta, il diaframma viene spostato sull'asta in base nella posizione che corrisponde alla carta AP. Con ogni carta successiva, il soggetto deve localizzare il target più vicino poiché sta acquisendo convergenza. Oltre la carta AP2, l'effettiva area di localizzazione è al piano dell'apertura.

Esercizio 3b: cerchi eccentrici

Creati da Mast/Keystone, i cerchi eccentrici (EC) sono composti da 2 set di cerchi neri con le lettere CLEAR scritte al centro e le lettere A e B in maiuscolo sul fondo. L'eccentricità del cerchio piccolo nelle rispettive metà della coppia crea una sensazione di profondità quando viene fuso. La direzione in cui il cerchio piccolo si sposta, avanti o indietro, è sia una funzione dello spostamento eccentrica del piccolo cerchio sia che il soggetto guardi oltre il piano o attraverso il piano dei cerchi (tabella



EC Card

10). Se le lettere B sono avvicinate, e il soggetto guarda più vicino, il piccolo cerchio è visto in avanti: la divergenza porta il piccolo cerchio in avanti. Gli effetti sono opposti quando sono le lettere A ad essere avvicinate.

| TABELLA 10: GUIDA DEI CERCHI ECCENTRICI | | |
|-----------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Lettere affiancate | Direzione di vergenza | Cerchio in avanti |
| A | Divergenza (BI) | Cerchio piccolo |
| A | Convergenza (BO) | Cerchio grande |
| B | Divergenza (BI) | Cerchio piccolo |
| B | Convergenza (BO) | Cerchio grande |

Non c'è una scala prismatica nei target EC; hanno una richiesta prismatica variabile in base alla loro separazione. È utile sapere gli effetti prismatici che vengono a crearsi quando i target vengono separati o avvicinati. Quando le lettere B sotto i target sono sovrapposte, la separazione tra i punti corrispondenti dei 2 target di fusione EC è di 40 mm. La regola di Prentice indica che una separazione di 1 mm vista a 1 cm è uguale a 1 Dp. Perciò c'è una richiesta di 10 Dp quando le lettere B sono sovrapposte di 40 cm. Per incrementare la richiesta prismatica a 20 Dp, si può sia separare i punti corrispondenti di 80 mm o tenere le B sovrapposte e muovere i target all'interno a una distanza di fissazione di 20 cm. Facendo entrambi i cambiamenti si aumenta la richiesta a 40 Dp. Per diminuire la richiesta prismatica di 5 Dp, o si diminuisce la separazione del punto di corrispondenza di 20 cm, oppure si mantengono le B sovrapposte e si allontanano i target a una distanza di fissazione di 80 cm. All'inizio è preferibile utilizzare target opachi su sfondo bianco con i soggetti che hanno insufficienza di convergenza. Anche se è possibile divergere e ottenere movimento con i target opachi, non è facile come con i target trasparenti. Ciò lascia spazio a meno errori quando i soggetti usano i target a casa. Possono essere usate delle coste plastificate per tenere le carte, in modo da essere più facile mantenere le due carte allo stesso livello, senza andare a indurre una disparità verticale. Quando le carte sono tenute a 40 cm e i loro angoli sono adiacenti tra loro, il piccolo cerchio dovrebbe apparire in rilievo di circa

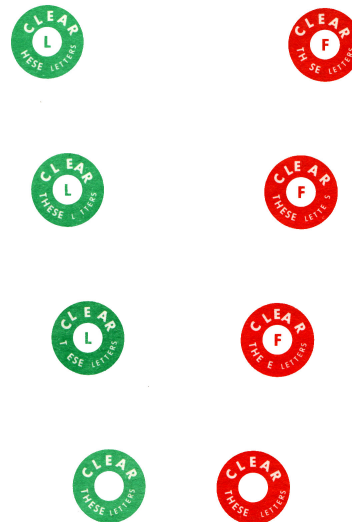
15 cm più vicino al piano del target. La richiesta di convergenza può essere incrementata sia dall'allontanamento della carta (che dall'accomodazione), sia dall'aumento della separazione dei target. Con entrambi i metodi, i cerchi dovrebbero diventare più piccoli con l'aumentare della convergenza. È importante sottolineare la chiarezza del bersaglio centrale. I due cerchi di partenza rimarranno sfuocati nella periferia mentre il soggetto è in fusione. Le VIP Savers sono un gruppo di target di fusione a spazio libero. Sono una variazione rispetto ai cerchi eccentrici e sono disponibili con sfondo bianco o trasparente. L'effetto SILO, in particolare il cambio della forma, è facilmente osservabile quando si passa da convergenza a divergenza. Quando il soggetto ha ottenuto una fusione BO stabile, dovrebbe essere capace di eseguire cambi di convergenza guardando oltre il piano di sguardo e invertire l'effetto di profondità. Usando il giusto quantitativo di sforzo è difficile, ma una volta che il soggetto ha imparato il movimento diventa facile. Una volta completato questo passaggio, viene chiesto al soggetto di fare movimenti rotatori di 360°, sia in senso antiorario che in senso orario, mantenendo la localizzazione, fusione e chiarezza del target. È anche chiesto al soggetto di portare il target vicino ai suoi occhi mantenendolo chiaro, singolo e fermo, per poi spostare nuovamente il target lontano. Bernell creò una carta a fusione libera che assomiglia ai cerchi eccentrici. Il target non è variabile e la sua separazione è impostato a 56 mm, che corrisponde a 14Dp a 40 cm. Comunque può essere tagliato a metà e usato per presentare richieste prismatiche variabili. Invece che la parola CLEAR al centro dei cerchi, ha un quadrato, una X e uno 0. Il vantaggio di tale configurazione è al fine di capire se c'è soppressione: un occhio vede il quadrato, l'altro occhio la 0 ed entrambi gli occhi la

X. L'abilità del soggetto a mantenere tutti e 3 gli oggetti allineati fornisce anche un indizio su un'eventuale disparità di fissazione.

Esercizio 4b: Life Savers

Le carte di Life Savers (LS) contengono 4 coppie di cerchi mezz verdi e mezz rossi con un buco al centro. Solitamente per soggetti che hanno insufficienza di convergenza viene inizialmente usato uno sfondo opaco. Bloccando le informazioni visive dietro al piano di sguardo è resa più facile la convergenza a discapito della divergenza. La regola di Prentice indica che una separazione di 4 mm vista a 40 cm equivale a 1

Dp. I centri dei 2 target LS in fondo alla riga sono separati da una distanza di 36 mm, creando una richiesta di fusione di 9 Dp quando la carta è tenuta a 40 cm. Considerando sempre la regola di Prentice la richiesta prismatica della seconda, terza e quarta riga è di 12, 15 e 17,5 Dp. Alcune caratteristiche stereoscopiche del terzo cerchio, quello



percepito al centro dalla fusione, sono degne di *LS Card*

nota. Alcuni soggetti richiedono più tempo per rendersi conto di tale fenomeno, a causa di un ritardo stereoscopico. Quando si converge sull'ultima riga, l'intera parola LETTERS appare sopraelevata dalla superficie. Il colore del cerchio centrale sembra una miscela marrone del cerchio verde e di quello rosso. Nella seconda fila, il risultato della fusione da convergenza è un terzo cerchio con la lettera L più avanti e la lettera A più indietro. Nella terza riga, il risultato della fusione da

convergenza produce un terzo cerchio con la lettera E più indietro e la lettera R più avanti. Nella quarta riga, l'intera parola Clear appare più indietro, sembra andare sotto la superficie. La carta opaca di Keystone ha una L al centro come target per l'occhio sinistro e una F centrale come target per l'occhio destro, che hanno la funzione di controllo per eventuale soppressione. Altri controlli per la soppressione possono essere trovati nelle righe due, tre e quattro, effettuando il controllo delle parole THESE o LETTERS. Quando il soggetto è capace di completare ogni riga della sequenza delle carte LS, potrà eseguire dei salti dalla prima alla terza riga, poi dalla prima alla quarta. Come nelle carte EC, il soggetto finisce con la seguente procedura, mantenendo il target sempre localizzato, nitido e centrale: avvicinando e allontanando il target da sé stesso; facendo dei movimenti circolatori orari e antiorari; coprire brevemente un occhio e fondere velocemente quando lo si scopre; guardare lontano un altro oggetto o pensarlo, poi fondere velocemente quando si ritorna sul target.

Viene richiesto al soggetto di dimostrare la sua massima flessibilità accomodativa, di convergenza e l'interazione accomodazione-convergenza. Le procedure sono sostanzialmente le stesse utilizzate precedentemente (esercizi 1b,2b,3b,4b); velocità, resistenza e flessibilità sono sviluppate con prismi, lenti e filtri. Per far ciò vengono impiegati occhiali prismatici con la possibilità di aggiungervi filtri rosso-verde e polarizzati. In tal modo la flessibilità di convergenza può essere allenata da un'inversione di prismi tra BI e BO oppure dal cambio dei filtri. Per esempio, quando si ha un filtro rosso sull'occhio destro e si utilizza la carta di Bernell BC550, capovolgendo tale carta di passa da un compito BO a uno BI. Sebbene altri tranaglyph possano essere

invertiti per variare la richiesta prismatica, i target sulla carta BC550 non appaiono capovolti una volta invertiti.

Al soggetto può essere chiesto di chiudere entrambi gli occhi, e il terapeuta può quindi decidere quando invertire il bersaglio, mantenendo così il soggetto in allerta. Si può ottenere un vantaggio anche dal Quois Vectogram. È importante accoppiare i



BC550

flipper di lenti con le carte EC e LS. Il soggetto dovrà mantenere la visione del terzo dato dalla fusione chiaro singolo, nitido e localizzato nello spazio quando le lenti verranno cambiate. Successivamente il soggetto avvicinerà la carta con le lenti positive, e la allontanerà con le lenti negative. Infine, il soggetto cambierà le lenti più velocemente possibile da positive a negative, mantenendo l'immagine chiara, nitida, singola e localizzata nello spazio, avvicinando e allontanando la carta.

V. ECCESSO DI CONVERGENZA

La terapia per l'eccesso di convergenza, nella quale va sottolineato il rilassamento accomodativo e di convergenza, rappresenta l'opposto dell'insufficienza di convergenza, con un'importante eccezione. È più difficile allenare il soggetto nella divergenza, ovvero nella scoperta di come localizzare i target più lontani spazialmente. McGraw³⁴ spiegò la base di tale differenza: quando si allena la fusione BO, l'interazione accomodazione-convergenza avviene in una regione di localizzazione tra il target e il soggetto, che è palpabile. Con la fusione BI, l'interazione avviene oltre il piano di sguardo in una regione spaziale virtuale.

Quando il soggetto ha una considerevole sovra-convergenza, la terapia deve essere iniziata nella regione di spazio tra il soggetto e il target. La risoluzione del target non è importante, finché il soggetto non impara a trattare con lo spazio dietro al piano di sguardo. Come nell'insufficienza di convergenza, non c'è strumento migliore della corda di Brock per far capire al soggetto la localizzazione. La prescrizione di una correzione con massimo positivo accettabile da lontano e vicino è indispensabile fin dall'inizio della terapia. In generale, le basi per costruire le abilità di divergenza sta nelle procedure utilizzate anche per l'eccesso accomodativo. Comprendono anche molte delle tecniche applicate nella terapia della miopia, principalmente per quanto riguarda la consapevolezza periferica e la localizzazione spaziale. McGrow^{16,33} presenta varie modifiche o adattamenti alle procedure utili per l'allenamento della fusione BI.

Esercizio 1: Life Saver Personalizzate

Procurarsi un rettangolo di plastica (10 cm x 15 cm) resistente e trasparente, tagliare un paio di cerchi LS rossi e verdi dalla carta normale, creando anche il buco al centro. Posizionare con del nastro adesivo o con della colla i cerchi sulla plastica, mantenendo i cerchi a una distanza di 40 mm.

Far mettere in piedi il soggetto con un piede avanti e fargli guardare il dito di tale piede. Posizionare un adesivo rotondo e fluorescente sul tale dito e accertarsi che lo veda singolo. Il soggetto tiene il rettangolo in entrambe le mani e lo estende fino alla lunghezza delle braccia. Successivamente fa scendere le braccia lungo il corpo e dovrebbe riportare di poter vedere un terzo cerchio, al centro, con lo sticker

fluorescente in mezzo. Idealmente, il terzo cerchio dovrebbe essere visto in movimento verso la punta del piede. Se il soggetto dovesse riportare di vedere quattro cerchi, egli deve spostare la carta su e giù finché i 2 cerchi non ne formano uno solo al centro. Una volta che il soggetto è in grado di fondere, gli si chiede di camminare lentamente e mantenere lo sticker fluorescente al centro del terzo cerchio. Successivamente il soggetto proverà ad avvicinare la carta mantenendo il cerchio e lo sticker chiari, singoli e localizzati. McGraw³⁵ sostiene che questa tecnica sia molto valida per insegnare la divergenza, poiché la distanza tra i nostri occhi e i nostri piedi è fisiologicamente affidabile: sia che il soggetto sia un adulto o un bambino, egli elabora tale distanza molte volte al giorno.

Esercizio 2: Cerchi Eccentrici e TBI

Il soggetto tiene in mano due carte EC trasparenti adiacenti tra loro, in modo che le lettere A siano adiacenti, ma non sovrapposte. Una luce lampeggiante di un TBI viene posta a una distanza di circa 80 cm. Le carte EC sono tenute a una distanza di circa 40 cm, e il soggetto creerà il terzo cerchio guardando la luce del TBI. Il target deve essere tenuto sulla linea mediana e il soggetto deve essere consapevole della lampadina mantenendo uno stato rilassato, permettendo così al terzo cerchio di fluttuare. Il cerchio più piccolo ed interno dovrebbe sembrare più vicino di quello grande esterno. Minore è il quantitativo di Dp che diamo al soggetto, maggiore sarà la divergenza necessaria a una determinata distanza di separazione. Una volta che tale obiettivo è raggiunto, le carte EC vengono invertite così che le lettere B siano vicine tra loro. Una volta che il soggetto ha completato anche questo compito,

la separazione dei punti corrispondenti aumenta di 6 mm o 1,5 Dp, consentendo al punto di convergenza di muoversi verso l'esterno per circa 1,37 m. Il cerchio più piccolo interno dovrebbe apparire più incavato verso l'interno rispetto al cerchio più grande esterno. Una volta che questo obiettivo è stato raggiunto, il target può essere ulteriormente allontanato in modo che la convergenza sia proiettata a 6m. Bisogna sempre ricordare al soggetto di mantenere il target nitido. Il movimento è incoraggiato, e bisogna togliere la luce intermittente del TBI nel primo momento utile, poiché viene utilizzato all'inizio per far capire al soggetto l'approssimativa area di spazio in cui è proiettato il target.

Esercizio 3: aperture rule in movimento

Dietro al regolare diaframma di apertura può essere inserito uno puntatore nello slot contrassegnato con una lettera A, per far capire al soggetto dove dovrebbe essere localizzata la carta AP1 quando vengono usate BI. La carta AP2 richiede una divergenza di 5 Dp, che si proietta sul punto B del diaframma; anche qui è presente uno slot per inserire il puntatore per facilitare la posizione di localizzazione della carta AP2. Ai soggetti con difficoltà a divergere si dovrà ricordare di guardare con calma, più lontano di dove aveva pianificato in origine, per far sì che riesca a fondere. La carta AP3 è localizzata a circa 75 cm oltre l'asta, la carta AP4 a circa 1 m oltre all'AP3. McGraw riteneva che il terapeuta potesse mettersi vicino ai target e schiacciare le dita in modo da implementare il compito visivo con un cue uditivo. Sosteneva anche che stare in piedi e camminare con la punta dell'apertura rule tenuto sul naso potesse aiutare la divergenza dall'AP3 all'AP4. Utilizzare l'apertura

rule all'aria aperta e localizzare oggetti in lontananza, può aiutare la divergenza per la carta AP5.

Esercizio 4: lavagna luminosa

È consigliato l'utilizzo di lavagna luminosa con trasparenze, come per esempio il Brock's stereo motivator (BSM), per eseguire una procedura di fusione con l'uso di target anaglyph dalla periferia al centro. La stessa procedura può essere eseguita anche con i vectogram, i tranaglyph, le carte LS, le carte di EC o qualsiasi altro strumento stampato in acetato chiaro. Quando questi target vengono proiettati sul muro, risultano molto periferici e il soggetto solitamente è in grado di mantenere una buona divergenza. All'inizio la zona in cui vengono proiettati i target deve essere ordinata. Una volta che il soggetto migliora la sua capacità di divergenza, allora si può iniziare a introdurre un po' di disordine.

VI. ECCESSO DI DIVERGENZA ED INSUFFICIENZA DI DIVERGENZA

Il soggetto con eccesso di divergenza è colui il quale ha caratteristiche sia di fusione che di soppressione. Entra quindi in gioco un training anti-soppressione, soprattutto a distanza. L'utilizzo di proiettori, o della tecnica di allontanamento del target, sono particolarmente utili per tutti i tipi di disfunzioni della divergenza. Il trattamento inizia da vicino, dove la fusione è più stabile e la localizzazione è più precisa, per poi estendersi a distanza. Appena possibile, i provvedimenti anti-soppressione vanno utilizzati per il lontano, sia tramite anaglyph, polarizzati o con la dissociazione con prisma verticale. Allo stesso modo delle misure anti-soppressione, la stereopsi periferica può essere usata

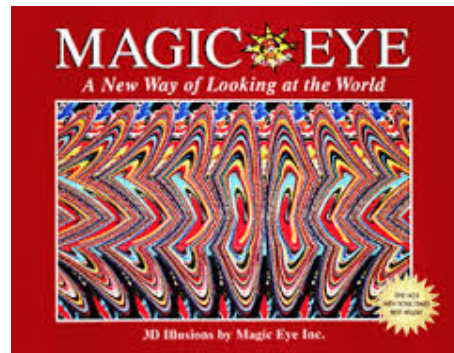
come blocco della fusione. Alcuni dei soggetti che hanno un eccesso di divergenza eseguono meglio gli esercizi con gli strumenti a causa del blocco fusionale periferico e la convergenza prossimale. Gli strumenti di allenamento servono come ponte per poter avere una buona fusione nello spazio. Molti soggetti con anomalie nella divergenza possono fondere con l'adeguato blocco fusionale periferico e la convergenza prossimale, ma incontra nuovamente difficoltà quando guarda da lontano senza l'utilizzo degli strumenti.

3.4 GLI STEREOTEST NEL VT

Howard Rheingold nel suo libro "Stereogram" disse che imparare a vedere il mondo in tre dimensioni non è una procedura naturale del nostro sistema percettivo, ma è un'abilità appresa³⁵. Rheingold afferma: "Nelle prime settimane di vita, dobbiamo imparare a coordinare i nostri muscoli oculari, i movimenti delle nostre mani, e i nostri movimenti mentali. Molto velocemente, abbiamo imparato come creare modelli 3-D così bene che pian piano ci dimentichiamo che lo stiamo facendo". Lo stereogramma è uno di una lunga serie di strumenti evolutivi attraverso il quale replicare i nostri modelli percettivi del mondo. Anche se non è un oggetto nello spazio, è un mezzo tramite il quale il soggetto è in grado di migliorare la percezione, la stabilità, la gamma, e la resistenza della percezione binoculare. I programmi per computer per la terapia della convergenza usano stereogrammi a punti random e richiedono l'utilizzo di computer con schermi a cristalli liquidi polarizzati. I soggetti possono così aumentare le loro capacità binoculari anche a casa con l'aggiunta di lenti o prismi. Itsuo Sakane³⁶ offrì una visione del diverso comportamento individuale nell'apprendimento, su

come vedere i punti del random stereotest. Lo sforzo richiesto per estrarre l'immagine 3D del punto dal random stereotest è una forma di meditazione che permette al soggetto di trascendere la realtà della vita quotidiana. Rende, quindi, il soggetto consapevole della sua visione in modo viscerale, controllando attivamente gli input sensoriali invece che rimanere passivo alle informazioni visive. Anche Riemschneider e Thompson³⁷ si riferiscono a questo genere di autostereogramma per le immagini interattive, poiché l'interattività di tali stimoli porta la divergenza a un livello superiore. Christopher Tyler³⁸ ha aperto la strada agli autostereogrammi che hanno preceduto gli stereogrammi "Magic Eye".

Coloro che lavorano con il VT sanno che è più difficile allenare la divergenza rispetto che la convergenza.



Magic Eye

Gli autori della serie di libri "Magic Eye", hanno disegnato gli stereogrammi affinché vengano visti in divergenza; ricordano ai loro lettori, che hanno difficoltà a divergere, che sforzare gli occhi non porta benefici, ma che al contrario può portare discomfort³⁹. L'obiettivo è quello di rilassarsi e permettere all'immagine di muoversi verso l'osservatore.

3.5 TERAPIA PER LA CICLOFUSIONE E LA VERGENZA VERTICALE

Sheiman e Wick⁴⁰ hanno scritto un capitolo fondamentale in relazione alla terapia per la ciclofusione. Se la valutazione mostra un'anomalia della componente verticale delle vergenze, una particolare attenzione è data alla prescrizione di lenti e prismi, includendo anche l'effetto spaziale dato dagli York Prisms (prismi gemellati). È possibile che in alcuni casi compensando un significativo squilibrio laterale, si vada a creare uno squilibrio verticale secondario. D'altro canto, un piccolo squilibrio verticale può essere una disfunzione primaria o uno squilibrio adattivo. Fin quando lo squilibrio verticale è affrontato con la terapia, la soppressione laterale dimostra elasticità. Perciò il soggetto che fa VT e che presenta uno squilibrio della componente verticale deve continuamente essere rivalutato. La corda di Brock è uno strumento importante per l'allenamento, perché può essere facilmente mossa in diverse posizioni di sguardo dall'optometrista che tiene l'altro capo della corda, oppure dal soggetto tramite la rotazione della testa.

L'utilizzo di un amblioscopio può essere utile per controllare i gradi di ciclorotazione per consentire la fusione e l'espansione della gamma fusionale. I tubi dell'amblioscopio possono essere fatti muovere



Amblioscopio

dal soggetto stesso, in modo da avere un ulteriore feedback anche sui movimenti torcenti. Possono essere utilizzati anche software di terapia computerizzati, che incorporano anche le vergenze verticali e orizzontali. I vectograms di Quoits possono essere usati anche verticalmente, ma non considera i movimenti torcenti poiché gli assi

della polarizzazione devono essere perpendicolari. Molti dei target dei tranaglyph possono essere utilizzati per valutare il movimento torcente, poiché sono indipendenti dall'effetto della polarizzazione. Target a fusione libera come le carte LS e EC, sono strumenti molto importanti per lo squilibrio delle cicloversioni. Soggetti con anche una bassa quantità di ciclodisparità affermano che l'oggetto fuso è instabile o presenta un'immagine fantasma dietro. Eseguendo piano piano un movimento torcente in una direzione, senso orario o antiorario, si facilita la fusione, mentre nell'altra direzione di aumenta la difficoltà. Prismi sciolti, York prism, rotazione della testa, rotazione del target, campo di sguardo e movimenti della postura con attività inerenti all'equilibrio sono variabili che possono essere manipolate per permettere al soggetto di ottenere una ciclofusione con una buona localizzazione del target e di ampliare il campo della ciclofusione.

3.6 CRITERI PER IL TERMINE DEL TRATTAMENTO

La percezione soggettiva dell'utente di comfort, chiarezza e resistenza, assieme alle sue capacità integrative e prestazione cognitiva, sono sommati alle conclusioni quantitative per arrivare alla fine. Anche se i punti di arrivo sono derivati dagli intervalli accomodativi che cadono nei livelli normali per le prestazioni monoculari e binoculari, ci sono esempi di alte richieste professionali e non, quando è auspicabile, che il soggetto ottenga livelli sopra la media. Alcuni dati normativi per quanto riguarda i range accomodativi sono riportati in tabella 9.

| TABELLA 9: DATI NORMATIVI PER LA FACILITÀ ACCOMODATIVA | | | |
|--------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Scheiman e Wick | | Zellers et al. | |
| Accomodazione monoculare | | Accomodazione monoculare | |
| Età 6 anni | 5,5 cpm ($\pm 2,5$) | Età 18-30 anni | 11,6 cpm ($\pm 5,0$) |
| Età 7 anni | 6,5 cpm ($\pm 2,0$) | | |
| Età 8-12 anni | 7,0 cpm ($\pm 2,5$) | | |
| Età 13-30 anni | 11,0 cpm ($\pm 5,0$) | | |
| Accomodazione binoculare | | Accomodazione binoculare | |
| Età 6 anni | 3,0 cpm ($\pm 2,5$) | Età 18-30 anni | 7,7 cpm ($\pm 5,0$) |
| Età 7 anni | 3,5 cpm ($\pm 2,5$) | | |
| Età 8-12 anni | 5,0 cpm ($\pm 2,5$) | | |
| Età 13-30 anni | 8,0 cpm ($\pm 2,5$) | | |

Gli stessi principi generali che si applicano ai risultati del training accomodativo si applicano anche al training per la convergenza.

Saladin ha riesaminato gli studi Saladin-Sheedy che danno conferma ai criteri di comfort di Sheard come oggettivi punti finali nell'exoforia, e i criteri di Percival per l'esoforia. Saladin⁴¹ ha riesaminato le differenze tra divergenza e convergenza. Su questa base suggerisce che la regola del 2:1 del criterio di Sheard è adeguata per l'exoforia. Questa si applica all'intervallo di convergenza, così che nell'exoforia, il valore di sfocatura dell'intervallo dei prismi BO, o il punto di rottura se non c'è sfocatura, sia almeno il doppio del valore di foria. È previsto anche che il livello di ripresa sia non meno della metà di quello di rottura. Per esempio, un soggetto con insufficienza di convergenza che mostri 10 exoforia da vicino deve ottenere un valore di sfocatura o di rottura di almeno 20 Dp, e un valore di ripresa di almeno 10 Dp.

Quando viene allenato l'eccesso di convergenza, il valore di ripresa deve essere aumentato per incontrare almeno il livello di foria. Per esempio quando un soggetto ha 6 eso da vicino, il livello minimo di ripresa dovrebbe essere 6 Dp BI²⁹.

In qualsiasi tipologia di trattamento per disfunzione delle vergenze, le abilità oculomotorie sono incorporate nei primi stadi della terapia e la flessibilità accomodativa di vergenza sono sviluppate nelle ultime fasi.

CONCLUSIONI

In questo elaborato si sono valutate diverse tipologie di disfunzioni accomodative e di convergenza.

Per ogni disfunzione sono stati riportati esercizi utili per iniziare un programma di VT. Ciò non vuole essere una guida o un elenco di esercizi da eseguire così come indicato, ma un punto da cui partire per creare un programma di VT per coloro che lamentano problemi legati ad accomodazione e vergenza.

Il training visivo non può essere standardizzato, ma deve essere creato e modificato in base al soggetto con il quale si ha a che fare, considerando la sua disfunzione principale, ma anche la motivazione e gli obiettivi che l'hanno portato a scegliere il VT: ogni esercizio deve essere personalizzato in funzione di ogni soggetto.

Un adeguato e mirato programma di allenamento visivo deve sempre considerare tutte le aree della visione (motilità, accomodazione, convergenza e identificazione) e non solo la disfunzione principale poiché, come visto fin dall'inizio di questo elaborato, con i cerchi di Skeffington, tutte le aree della visione sono connesse tra loro e, senza una buona interazione dei vari sistemi, non si può avere una buona visione chiara, nitida e confortevole.

Per poter eseguire un buon VT l'optometrista deve impedire al soggetto abbia condizione di frustrazione durante gli esercizi (alcuni esercizi possono risultare troppo difficili, soprattutto all'inizio), per cui si parte

con esercizi che il soggetto possa compiere facilmente per poi aumentarne la difficoltà man mano che si procede con il training.

È importante inoltre ricordare che la visione non è solo centrale e statica, ma è una funzione dinamica, pertanto quando gli esercizi vengono eseguiti deve essere presente anche la percezione periferica.

Ritengo che il visual training sia una parte molto importante, se non la più importante, nella professione dell'optometrista. Tale tecnica permette infatti di “toccare” e aiutare moltissime persone, non solo sul piano visivo ma anche personale e comportamentale, cosa che poche altre professioni permettono.

L'optometrista quindi, se visto come investigatore della visione, in senso completo, è il punto centrale per il miglioramento del benessere, visivo e non della persona.

8. NOTE BIBLIOGRAFICHE

1. Greco Gianni; L'optometria dello sport e il Milan volley; Ed Milan Volley;1993; pag. 3
2. Pilar Plou Campo; Basi neurofisiologiche del Visual Training; AIOeO, Torino 2015
3. Provine R., Enoch J.; On voluntary ocular accomodative system; Vision Res; 1975; pag 202-212
4. Cornsweet TN, Crane H; Training the visual accomodative system; Vision Res; 1973; pag 713-715
5. Daum KM; Convergence insufficiency; Am J Physiol Opt; 1984; pag 16-22
6. Dale Purves, George J, Augustine, David Fitzpatrick, William C. Hall, Anthony-Samuel La Mantia, Leonard E. White; Neuroscienze; pag 159-170
7. Dale Purves, George J, Augustine, David Fitzpatrick, William C. Hall, Anthony-Samuel La Mantia, Leonard E. White; Neuroscienze; pag 543-544
8. Rossana Bardini; Analisi e trattamento dei problemi visivi in optometria comportamentale; Société d'Optometrie d'Europe – Bruxelles; 1989; pag 102-106
9. Hoffman L.; The effect of accomodative deficiencies on the developement level of perceptual skills; Am J Optom Physiol; 1982; pag 254-262
10. Von Noorden G., Brown D, Parks M; Associated convergece and accomodative insufficiency; Doc Opthtalmol; 1973; pag 393-403
11. Levine S., Ciuffreda KJ., Selenow A, et al; Clinical assessment of accomodative facility in symptomatic and asymptomatic individuals; J Am Optom Assoc; 1985; pag 286-290
12. Borish IM; Clinical refraction, 3rd ed.; Chicago: Professional Press; 1970; pag 327
13. Burian H., Von Noorden K.; Binocular vision and ocular mobility, 2nd Ed; St. Louis: CV Mosby; 1974; pag 167
14. Schrock RE (1966). Introduction of visual training. Duncan, Oklahoma: Optometrica Extension Program; pag 38-45
15. Press LJ (1990). Lenses and Behavior. J Optom Vis Devel; pag 5-17
16. McGreaw LG (1991) Guiding strabismus therapy. Santa Ana, California: Vision Extension; pag 78
17. Press LJ (1992). Computers and vision therapy programs. Santa Ana, California: Optometric Extension Program; pag 2
18. Birnbaum MH (1993). Optometric management of nearpoint vision disorders. Boston: Butterwoth-Heinemann; pag 339
19. Kehl BE (1963). Visual training and laboratory manual (3ed ed). Memphis, Tennessee: Published by autor; pag 45-46

20. Richman JE, Cohen E (1975). Rehabilitation techniques for binocular dysfunction. Philadelphia: Pennsylvania Collage of Optometry
21. Swartwout JB (1991). Optometric vision therapy manual: procedures and forms. Santa Ana, California: Optometric Extension Program; pag 232
22. Borish IM (1975). Clinical refraction (3ed ed). Chicago: Professional Press; pag 1232
23. McGraw L (1983). Basic Visual Skills. Assisitants' courses. Santa Ana, California: Optometric Extension Program; pag 25-27
24. Kraskin RA (1966). Vision training in action. Duncan, Oklahoma: Optometric Extension Program; pag 47
25. Schwartz I, Shapiro A (1992). The collected works of Lawrence W. Macdonald, OD, vol 1. Santa Ana, California: Optometric Extension Program; pag 47
26. Cooper J, Maurer J (1993). Computer orthoptics VTS 3; liquid crystal version. Cicero, Indiana: R.C. Instruments: pag 40-41
27. Grisham JD (1988). Visual therapy results for convergence insufficiency: a literature review. Am J Optom Physiol Opt; pag 448-454
28. Richman JE, Cron MT (1988). Guide to vision therapy. South Bend, Indiana
29. Flax N (1976). Simople formulas for computation of prism vergence and accomodative stimulation in Brewster stereoscope. Am J Optom Physiol Opt; pag 297-302
30. Cooper J (1988). Review of computerized orthoptics with specific regard to convergence insufficiency. Am J Optom Physiol Opt; pag 455-463
31. Press LJ (1992). Computer and vision therapy program. Santa Ana, California: Optometric Extension Program; pag 4-7
32. Ludlam WM (1992). Training binocular skills using the opti-mum computerized VT system; pag 41-44
33. Vodnoy BE (1979). The practice of orthoptics and related topics (7th ed). south Bend, Indiana: Bernell
34. McGraw L (1991). Base-in fusion. OEP Vision Therapist; pag 1-9
35. Rheingold H (1994). In: Horibuchi s, ed., Stereogram. San Francisco: Cadence Books; pag 6
36. Sakane I (1994). The random-dot stereogram and its contemporary significance: new directions in perceptual art. San Francisco: Cadence Books; pag 6
37. Reimschneider B, Thomson M (1994). Interactive pictures. Cologne: Benedikt Taschen; pag 3-7
38. Tyler CW (1983). Sensory processing of binocular disparity. Boston: Butterworths

39. Magic Eye: a new way of looking at the world. Kansas City, Missouri: Andrews and McMeel
40. Scheiman M, Wick B (1994). Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders. Philadelphia: JB Lippincott; pag 405-440
41. Saladin JJ (1995). Horizontal prism prescription. In: SA Cotter, ed. Clinical uses of prisms: a spectrum of application. St Louis: Mosby; pag 109-147

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare prima di tutti i miei genitori, per avermi aiutato durante tutti questi anni, ma soprattutto per avermi trasmesso la passione di questa grande professione; la mia famiglia per tutto il supporto che mi ha dato anche nei momenti più difficili.

Un immenso grazie va a Robert e Linda Sanet, per tutto l'aiuto che mi hanno dato, le conoscenze che mi hanno fornito e per la grandissima esperienza che mi hanno fatto vivere da loro.

Non può mancare un grandissimo grazie a tutti gli amici che mi hanno sostenuto e accompagnato in tutti questi anni tra studio, divertimento ed emozioni.

Grazie a tutti!