

Università degli Studi di Napoli “Federico II”

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

Dipartimento di Fisica “Ettore Pancini”



Laurea triennale in Ottica e Optometria

VISUAL TRAINING OPTOMETRICO: Un allenamento per la motilità oculare

Relatori:

Dott. Aniello Reccia

...

Candidato:

Mariacarmen D'Amico

Matricola M44000505

A.A. 2020/2021

“Non hai bisogno di vedere l'intera scalinata.
Inizia semplicemente
a salire il primo gradino.”
Martin Luther King

Indice

Introduzione.....	3
CAPITOLO 1: Il visual training.....	4
1.1 Migliorare e potenziare la vista con il visual training.....	4
1.2 Problematiche visive e funzionali.....	5
CAPITOLO 2: Anatomia oculare.....	6
2.1 I muscoli estrinseci dell'occhio.....	6
2.2 Innervazione dei muscoli oculari.....	8
2.3 I movimenti oculari.....	9
CAPITOLO 3: Visione binoculare.....	11
3.1 Percezione simultanea.....	12
3.2 Fusione sensoriale e motoria.....	12
3.3 Stereopsi.....	17
CAPITOLO 4: Esempi di esercizi utili di VT.....	19
4.1 Pencil push up.....	19
4.2 Space fixator.....	20
4.3 La Corda di Brock.....	22
4.4 La Palla di Marsden.....	24
CAPITOLO 5: Protocollo iniziale-base di VT.....	24
5.1 Esercizi per sviluppare la libertà di rielaborare i dati visivi: Asse di equilibrio - Equivalenti motori.....	25
5.2 Esercizi per sviluppare il senso dell'elaborazione: Controllo oculare - Oscillazione accomodativa - Le fissazioni oculari.....	27
5.3 Durante il training: Effetto SILO SOLI.....	31
5.4 Esercizi per sviluppare il range di elaborazione: Le rotazioni alla lavagna - Gli anelli di Wallach o direzionalità - Il Modified Updegrave o i Parquetry Blocks.....	33
CAPITOLO 6: Gli effetti di un programma di VT.....	38
Conclusioni	40
Bibliografia e Sitografia.....	41
Ringraziamenti.....	43

Introduzione

La vista è il senso che dà la possibilità all'essere umano di avere la percezione dell'ambiente esterno e questo è il fattore principale che ci permette di compiere azioni quotidiane con facilità. Quando questa si indebolisce o viene a mancare, si percepisce una sensazione estremamente invalidante. Anche per questo è opportuno prendersene cura con esami della vista periodici, con uno stile di vita corretto e anche con alcuni esercizi che migliorano l'efficienza dei muscoli oculari. *Ed è proprio questo l'argomento che voglio trattare in questo elaborato: il visual training.*

La vista è la capacità che ha bisogno delle componenti più complesse ed elaborate del corpo umano per poter funzionare. Iniziando dagli occhi, è proprio grazie alla loro capacità di convertire le immagini prese dal mondo esterno in impulsi nervosi, che riusciamo a vedere. Ma oltre a tutta la sfera che interessa il sistema nervoso, un ruolo altrettanto importante lo svolge il sistema muscolare degli occhi. Vi è una collaborazione di tantissimi muscoli collegati direttamente ai bulbi oculari che permettono di avere una visione chiara del mondo esterno. Il ruolo dell'optometrista è fondamentale poiché, insieme alla collaborazione di altre figure professionali come Oculisti ed Ortottisti, riescono ad assicurare il corretto funzionamento dei processi visivi grazie all'aiuto di mezzi ottici (occhiali da vista, lenti a contatto) o programmi di VT; programmi necessari a prevenire possibili disturbi visivi e a migliorare l'efficienza visiva dell'individuo in modo da eseguire efficacemente le attività visuo-motorie e visuo-percettive che l'ambiente esterno richiede. Proprio perché possediamo una capacità così speciale e allo stesso tempo delicata è importante prendersene cura. L'allenamento interessa non solo il nostro corpo ma anche i nostri occhi. La cosiddetta ginnastica oculare dolce, il *Visual Training*, ancora oggi è una pratica poco conosciuta perché i miglioramenti sono visibili solo con la costanza e col tempo.

Con una serie di esercizi programmati si può leggere meglio, sforzare meno la vista e potenziare le proprie abilità visuo-percettive.

L'optometrista specializzato nel visual training si occupa quindi di seguire la persona con protocolli di esercizi individuali da eseguire in studio e a casa.

Capitolo 1: Il visual training

Il visual training è un'attività che si occupa di rendere più efficiente la performance visiva mediante tecniche rieducative e procedure personalizzate. Con l'allenamento visivo si possono prevenire disturbi visivi, sviluppare le abilità visive necessarie per ottenere migliori risultati a scuola, a lavoro e nello sport, migliorare la capacità di eseguire un compito visivo prolungato o compensare disturbi visivi già presenti. Tramite il training visivo si incrementa l'efficienza personale dal punto di vista mentale, percettivo e motorio. Tale allenamento ha infatti l'obiettivo di stabilire nuovi processi e relazioni che permettono di ricevere, elaborare e comprendere meglio l'informazione. Non esistono limiti d'età entro i quali può essere iniziato un programma di Visual Training. Il visual training può essere applicato a molti disturbi della visione come difficoltà di convergenza, miopia, presbiopia, stress visivo, astenopia ma anche nei casi di disfunzioni posturali.

I risultati ottenibili dipendono dall'impegno e dalla costanza nell'applicazione delle procedure assegnate e dalla partecipazione del soggetto. È importante sapere che ogni programma di allenamento di VT è personalizzato in maniera tale da non considerare solo i difetti refrattivi ma anche le abitudini e le necessità della persona. Il dottor Kraskin, infatti, segue due principi fondamentali: il primo, nessun tipo di visual training o prescrizione di lenti compensative vengono decisi in base alle sole misurazioni. Sono importanti i bisogni della persona e le singole esigenze individuali.

Il secondo principio è che esistono abilità fondamentali che ognuno di noi dovrebbe possedere. Quando una persona lamenta un problema, ad esempio visivo, è legato al fatto che quell'assenza di problema è una caratteristica fondamentale che tutti dovremmo avere.

1.1 Migliorare e potenziare la vista con il visual training

Secondo il Visual Training, la vista è un senso di cui siamo dotati in natura, ma che è assolutamente migliorabile con alcuni esercizi per massimizzare le proprie potenzialità. La vista può essere potenziata e allenata per un miglioramento non solo della capacità di visione ma anche dell'apprendimento, della scrittura e della concentrazione.

I programmi di esercizi possono durare settimane, mesi o in alcuni casi anni, con controlli periodici e attività di monitoraggio intermittente da parte dell'oculista: la collaborazione con le figure professionali al di fuori dell'optometrista è importantissima.

Il VT induce diversi benefici:

- ottimizza l'integrazione visuo-posturale;
- migliora l'efficienza visiva;
- elimina le sensazioni spiacevoli dei difetti visivi;
- riduce le conseguenze di problemi visivi o posturali (cefalee, cervicali, vertigini, scoliosi).

Il Visual Training è adatto a chiunque voglia migliorare o potenziare la propria vista, anche in assenza di vizi refrattivi. Ad esempio, si rivela particolarmente favorevole per chi si è sottoposto a chirurgia refrattiva per riadattare il lavoro della muscolatura oculare ai nuovi campi visivi.

Anche lo stress incide negativamente sulla capacità di visione: gli esercizi del Visual Training aiutano a rilassare i muscoli e, di conseguenza, a massimizzare prestazioni e performance. Individuato il problema, non resta che sottoporsi agli esercizi ma è fondamentale mantenere serietà e costanza, soprattutto nel lavoro a casa, per ottenere miglioramenti.

L'interazione di tutta la muscolatura oculare permette all'occhio di guardare in tutte le direzioni e mettere il corpo in relazione con l'ambiente.

1.2 Problematiche visive funzionali

I piccoli muscoli orbicolari, nonostante la loro minuta dimensione, devono essere sempre ben bilanciati tra loro per evitare di incorrere in prevalenza di uno rispetto all'altro. Quando vi è la prevalenza di un muscolo oculare sul suo "antagonista", questo può compromettere l'equilibrio visivo dell'occhio fino ad alterare la percezione visiva. In questo caso si rientra nelle problematiche visive funzionali e spesso risulta indispensabile consultare il medico oculista per escludere eventuali patologie. Con il VT si cerca di ristabilire l'equilibrio dei muscoli oculari messi a dura prova nelle ore di lavoro o di svago. La muscolatura oculare, in termini strutturali, ha le medesime caratteristiche di tutti gli altri muscoli scheletrici del corpo umano. Allenare i muscoli contro una resistenza, ad esempio, porta ad un adattamento di quella struttura che per compenso diventerà più forte e trofica. Ad esempio, possiamo utilizzare la tensione isometrica di un muscolo (contrazioni statiche che avvengono a lunghezza muscolare

costante e si ottengono quando l'accorciamento del muscolo è impedito da un carico) fissando un punto specifico e sfruttare la contro-resistenza del suo antagonista.

Capitolo 2: ANATOMIA OCULARE

2.1 I muscoli estrinseci dell'occhio

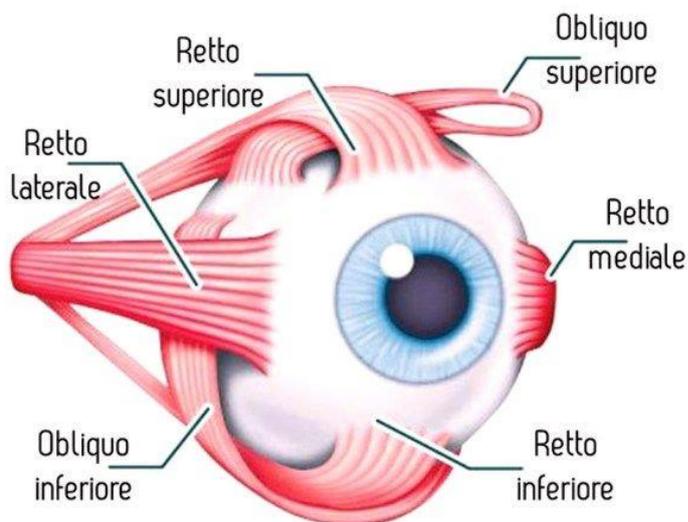


Figura 1

I muscoli estrinseci dell'occhio sono muscoli striati che si diversificano da quelli delle altre parti del corpo sia perché posseggono un'innervazione molto più ricca (sono quelli dotati delle più piccole unità motorie), sia per il fatto che le fibre che li costituiscono presentano maggiori variazioni morfologiche ed istochimiche.

Si dividono in muscoli retti e muscoli obliqui. I muscoli retti portano il globo oculare indietro, mentre gli obliqui, avendo l'inserzione sulla parte anteriore dell'orbita portano il globo oculare in avanti. A tali muscoli si aggiunge il *muscolo elevatore della palpebra superiore*, il quale termina, invece, inserendosi sul tarso della palpebra superiore. Nel gioco reciproco del tono muscolare, quindi, i due gruppi sono antagonisti, cioè i retti sono retrattori e gli obliqui protrattori: l'occhio sta in equilibrio tra le due forze. Ognuno dei quattro movimenti fondamentali del globo oculare (abduzione, adduzione, elevazione ed abbassamento) può essere determinato dall'azione di più di un muscolo. Ad esempio, il retto mediale ed il retto laterale sono antagonisti, come pure il superiore e l'inferiore per i movimenti di elevazione, abbassamento e rotazione, pur essendo entrambi adduttori. Gli

obliqui superiore ed inferiore sono antagonisti per la rotazione, l'elevazione e l'abbassamento, pur essendo entrambi abduttori.

Movimento	Muscoli responsabili
Adduzione	Retto mediale, retto superiore, retto inferiore
Abduzione	Retto laterale, obliquo superiore, obliquo inferiore
Elevazione	Retto superiore, obliquo inferiore
Abbassamento	Retto inferiore, obliquo superiore

Tabella 1: Schema di ogni movimento oculare e il corrispondente muscolo responsabile

La bilaterale integrazione delle attività oculomotorie fa sì che i due occhi costituiscano una singola unità funzionale e realizzino insieme una sorta di occhio ciclopico, capace di provvedere alla visione unica e stereoscopica degli oggetti. I movimenti dei due occhi possono essere uguali (orizzontali, verticali, di torsione sull'asse antero-posteriore) od opposti (convergenza, divergenza), dovendo soddisfare molteplici esigenze, quali:

- 1) mantenere stabile l'asse visivo;
- 2) rintracciare, inseguire e fissare gli oggetti che entrano nel campo visivo;
- 3) consentire una visione unica e stereoscopica;
- 4) permettere una esplorazione attenta dell'ambiente.

Questi obiettivi vengono raggiunti mediante un complesso meccanismo coordinativo che, integrando le attivazioni e le inibizioni originate dalle terminazioni sensoriali in genere, correla i movimenti oculari fra di loro e con le restanti attività motorie somatiche.

2.2 Innervazione muscoli oculari

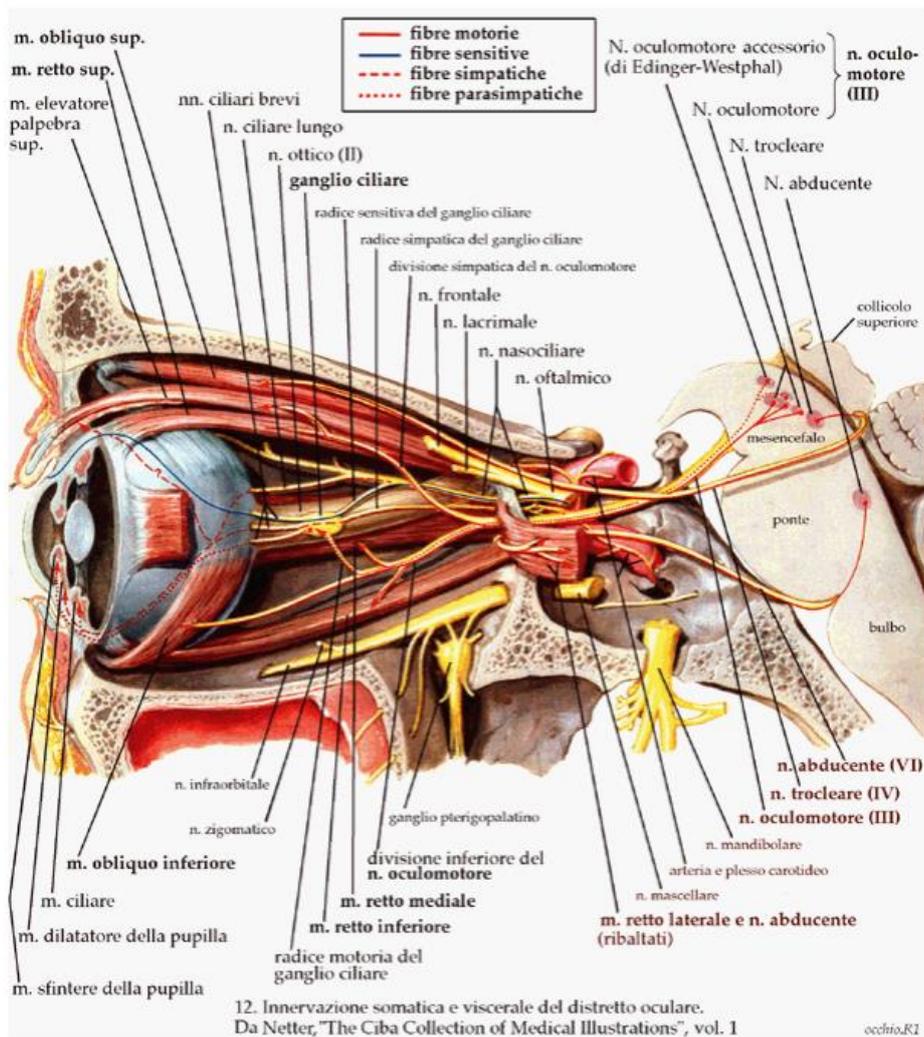


Figura 2

L'innervazione dei muscoli estrinseci dell'occhio è fornita da tre paia di nervi cranici: il nervo oculomotore comune (III), il nervo trocleare o patetico (IV) ed il nervo abducente (VI).

Nervo oculomotore comune: E' un nervo motore somatico per l'elevatore della palpebra superiore e tutti i muscoli estrinseci ad esclusione dell'obliquo superiore e del retto laterale e viscerale.

Nervo trocleare: E' un nervo motore somatico puro e provvede all'innervazione del muscolo obliquo superiore. Il nucleo trocleare riceve le stesse afferenze ed ha le stesse connessioni del nucleo del nervo oculomotore. Il nervo trocleare è l'unico nervo cranico ad emergere dalla superficie dorsale dell'encefalo ed a subire un incrociamiento intranevrassiale.

Nervo abducente: E' un nervo motore somatico puro che innerva il muscolo retto laterale. Il nucleo di origine è situato nel pavimento del IV ventricolo.

2.3 I movimenti oculari

I movimenti oculari presuppongono l'esistenza di un centro di rotazione, che può considerarsi corrispondente al centro del bulbo oculare, e di alcuni assi di rotazione. I movimenti orizzontali dell'occhio si svolgono infatti su un asse verticale, mentre quelli verticali su un asse orizzontale; inoltre l'occhio può compiere movimenti ad obliquità varia.

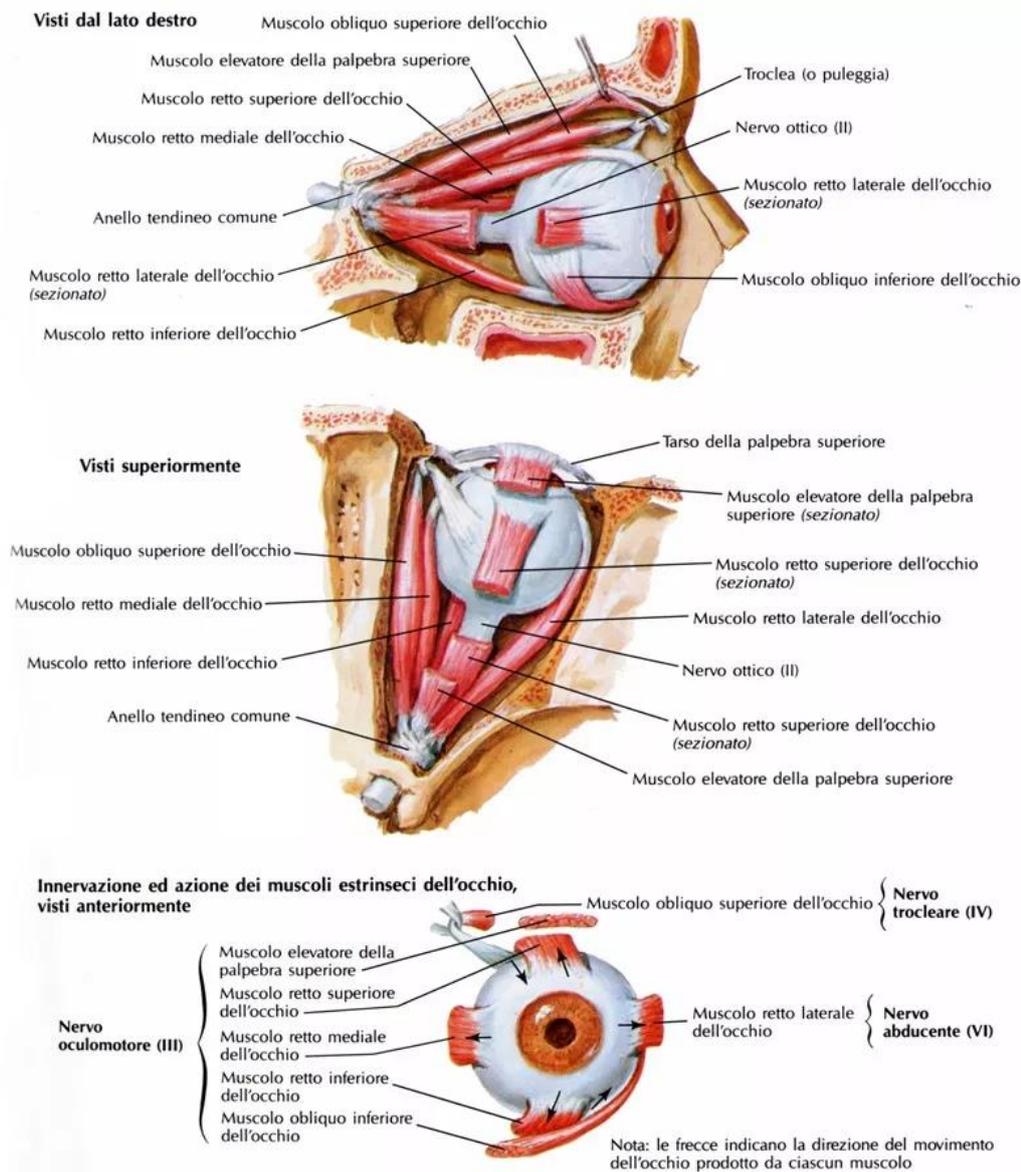


Figura 3

I sistemi neuronali di controllo che mantengono la fovea su un bersaglio visivo sono cinque:

- i movimenti vestibolo-oculari, che mantengono stabili le immagini sulla retina durante i movimenti fasici del capo;
- i movimenti optocinetici, che mantengono stabili le immagini sulla retina durante i movimenti rotatori prolungati del capo;

- i movimenti saccadici, che portano rapidamente la fovea verso un bersaglio visivo posto più perifericamente;
- i movimenti di inseguimento, che mantengono fissa sulla retina l'immagine di un oggetto in movimento;
- i movimenti di vergenza, che fanno sì che l'immagine di un oggetto più lontano o più vicino si proietti sempre su entrambe le fovee.

I primi quattro movimenti sono coniugati, nel senso che ciascun occhio compie un movimento della stessa ampiezza e nella stessa direzione, il quinto movimento è disgiuntivo quindi gli occhi si muovono in direzioni diverse ed anche le ampiezze possono essere diverse. È importante rilevare che i movimenti dei due bulbi oculari, al fine di assicurare una normale visione, devono essere solidali e perfettamente sincroni; la mancanza di tale condizione provoca la **diplopia**, consistente nella visione doppia degli oggetti. Nell'osservazione di un oggetto lontano, i due assi visivi sono paralleli e tali si mantengono anche se gli occhi devono seguire l'oggetto in un suo eventuale spostamento; nell'osservazione di un oggetto vicino, gli assi visivi sono invece convergenti. I movimenti vestibolo-oculari, o riflessi vestibolo-oculari o nistagmo vestibolare sono causati dalla rotazione del capo caratterizzati dalla rotazione degli occhi in direzione opposta (fase lenta), seguita da un brusco riallineamento (fase rapida) quando la direzione dello sguardo raggiunge l'estremità dell'orbita. Il movimento oculare si mantiene, alternando fasi lente e rapide, per tutto il tempo della rotazione del capo, determinando un movimento oscillatorio ritmico degli occhi, detto nistagmo. Al buio, il nistagmo non continua. Oltre che con la rotazione del capo, il nistagmo vestibolare può essere evocato a testa ferma immettendo acqua calda (o fredda) nell'orecchio, comunque la risposta del riflesso vestibolo-oculare (nistagmo vestibolare) viene coordinata da formazioni situate nel tronco dell'encefalo, fra cui primariamente i nuclei vestibolari, che ricevono dai canali semicircolari informazioni precise sulla velocità e direzione della rotazione della testa. Inoltre, altre strutture tronco-encefaliche coordinano le risposte oculari sui piani orizzontale e verticale e mantengono lo sguardo fermo fra un movimento ed il successivo al di fuori del tronco dell'encefalo, fra cui il cervelletto, ad esempio, che modula la risposta vestibolo-oculare.

I movimenti optocinetici sono caratterizzati dallo stesso andamento oscillatorio degli occhi che caratterizza il nistagmo vestibolare, ma sono dovuti ai movimenti di tutte (o gran parte) le immagini visive sulla retina, come si verifica quando si ruota il capo, compensando, così, le imprecisioni

del nistagmo vestibolare. Si può far insorgere un riflesso optocinetico ponendo un soggetto all'interno di un cilindro a strisce bianche e nere verticali. Quando il cilindro ruota, si manifesta un nistagmo optocinetico, che è simile al nistagmo vestibolare che si svilupperebbe se la sedia sulla quale il soggetto è seduto venisse fatta ruotare in direzione opposta, ed il soggetto prova la sensazione di essere lui stesso a ruotare. Tutti questi movimenti sono determinati dai muscoli estrinseci e quando riescono a fondere le due immagini create dall'occhio destro e dall'occhio sinistro si riesce ad ottenere così una buona visione binoculare ed è proprio grazie al training optometrico che possiamo affaticare di meno i muscoli durante la visione e potenziarli ulteriormente.

Capitolo 3: Visione binoculare

Uno dei più alti gradi di specializzazione raggiunti dagli esseri viventi nel loro percorso evolutivo è rappresentato dalla capacità di utilizzare cerebralmente le immagini fornite da entrambi gli occhi per produrne una unica di grado superiore. Tale capacità, prende il nome di binocularità.

La visione binoculare è un fenomeno notevolmente complesso all'interno del quale interagiscono varie componenti come l'adeguato sviluppo delle strutture neuro-anatomiche, la buona capacità visiva degli occhi e non ultimo una matura esperienza visiva. Per questi motivi risulta ovvio che la binocularità non può essere presente alla nascita, ma è un traguardo che dovrà essere acquisito ed imparato durante l'età del primo sviluppo, maggiormente nella fase da 0 a 2 anni e che si raffina in una fase successiva che si prolunga fino agli 8 anni. Dopo questa età tutto ciò che non si è maturato o non è stato acquisito è irrimediabilmente perso.

Da un punto di vista puramente didattico è possibile classificare gli aspetti evolutivi della visione binoculare secondo il modello proposto da Claude Worth nel 1915. Esso riconosce tre fasi che nella pratica clinica vengono denominati i tre gradi della binocularità:

1. La percezione simultanea
2. La fusione (motoria e sensoriale)
3. La stereopsi

3.1 La percezione simultanea

Fino a quattro mesi di vita la visione è di tipo monoculare alternata. Significa che viene cerebralmente utilizzata solo una delle due immagini provenienti dagli occhi, in quanto una viene soppressa. Questa fase viene superata appunto intorno al sesto mese, quando il fenomeno della soppressione tende a ridursi e pian piano a scomparire. Le immagini dei due occhi vengono percepite, elaborate e quindi proiettate entrambe nel campo visivo simultaneamente, generando il fenomeno della diplopia inizialmente ma con il tempo normalmente il soggetto comincerà ad imparare come le due immagini possono essere gestite per migliorarne l'utilizzo e fonderle in un'unica immagine. A mantener vivo il fenomeno della simultaneità è la buona qualità di entrambe le immagini poiché, se una delle due fosse particolarmente carente di particolari o di nitidezza rispetto all'altra tornerebbe a primeggiare il fenomeno della soppressione a carico dell'immagine peggiore e si ricadrebbe nella fase della monocularità bloccando irrevocabilmente lo sviluppo visivo.

Per valutare la presenza nel soggetto esaminato del I° grado della binocularità (percezione simultanea) è sufficiente tentare di indurre artificialmente la condizione di diplopia con l'utilizzo di prismi a base verticale. Si invita il soggetto a fissare una mira luminosa, quindi si applica, davanti all'occhio dominante, un prisma di 6Δ a base verticale. Ci si aspetta che la visione si sdoppi (un valore prismatico di questo tipo in direzione verticale non può essere compensato). Se il soggetto alla richiesta di descrivere ciò che vede, risponde di percepire una sola mira, significa che una delle due immagini non è psichicamente utilizzata. In questo caso si deduce che non è presente visione simultanea.

3.2 Fusione motoria e sensoriale

La condizione affinché le due immagini possano essere fuse è l'allineamento dello stimolo luminoso su punti retinici corrispondenti. Ovvero, i campi visivi dei due occhi sono legati reciprocamente in modo tale che ogni area retinica dell'occhio destro, posta in una certa posizione ed ad una certa distanza dalla fovea, trova nell'occhio sinistro un'identica area omologa, cioè posta dalla stessa parte e alla stessa distanza dalla propria fovea. Queste aree spazialmente omologhe hanno la particolarità di possedere la stessa direzionalità visiva e prendono il nome di aree corrispondenti. Tutti i punti oggetto che, in funzione della loro posizione

nello spazio, riescono a stimolare aree retiniche corrispondenti determineranno stimoli che a livello corticale saranno fusi in un'unica immagine, che verrà proiettata nello spazio reale come se provenisse da un ipotetico terzo occhio posto in posizione intermedia tra i due (occhio ciclopico).

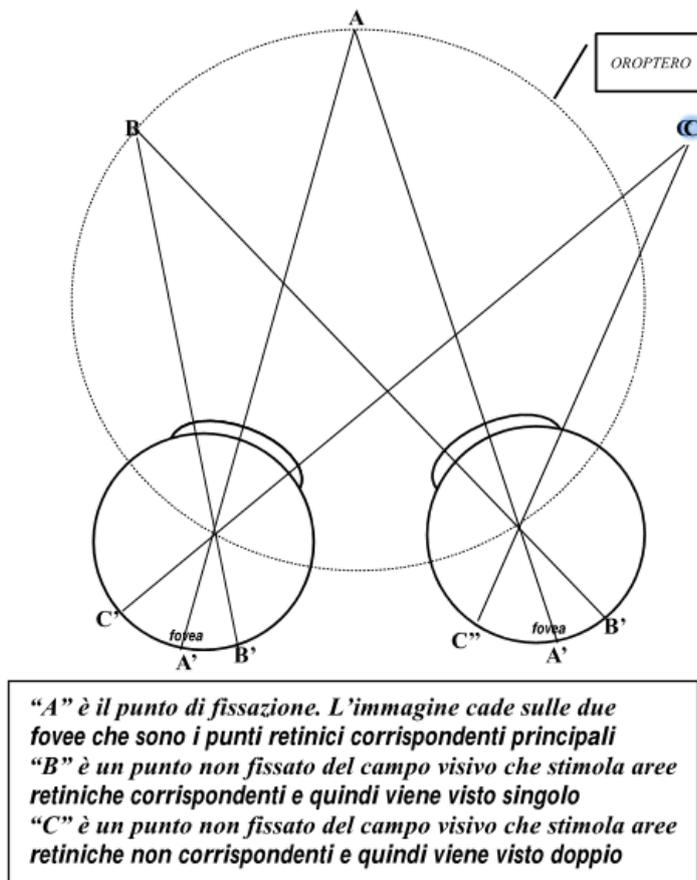


Figura 4

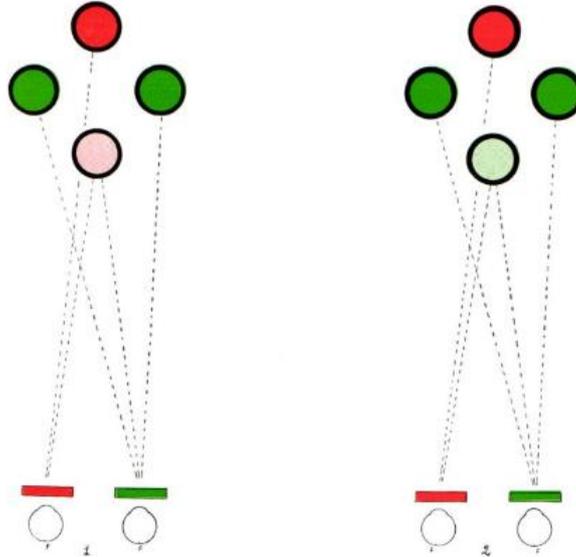
Le due fovee rappresentano i due punti corrispondenti principali. È necessario che il sistema possieda degli idonei strumenti che realizzino tale condizione. Essi sono: La fusione sensoriale (fusione piatta) e la fusione motoria. La fusione sensoriale riceve ed elabora tutte le informazioni del mondo esterno e le trasmette alla componente motoria. Quest'ultima governa l'attività della muscolatura estrinseca che attraverso complessi movimenti di vergenza e tende a mantenere gli assi visivi in ortoposizione. Non è detto, in effetti, che ciò sempre accada. Alle volte, una certa un'attività della muscolatura estrinseca anomala non consente un perfetto allineamento degli assi visivi sul punto di fissazione, con la conseguenza che gli stimoli monoculari non cadono su punti retinici corrispondenti e si ricadrebbe nella diplopia, ma per evitare ciò interviene la fusione sensoriale,

una seconda volta, sulla componente motoria, riuscendo nella maggior parte dei casi a ripristinare il corretto allineamento che consente il compimento della fusione. Solo in alcune situazioni, in cui l'errore di vergenza è particolarmente cospicuo, la componente fusionale sensoriale può non riuscire a ripristinare l'ortoposizione. In questo caso potrebbe verificarsi diplopia e l'unico mezzo per ripristinare la visione singola torna ad essere la soppressione in cui una delle due immagini oculari, generalmente quella di minor qualità, viene eliminata e si ritorna, di fatto, alla monocularità. Un altro sistema, meno frequente della soppressione, è l'instaurarsi della *Corrispondenza Retinica Anomala (C.R.A)*, una modificazione della localizzazione spaziale che ha come punti corrispondenti, rispetto alla *Corrispondenza Retinica Normale (C.R.N)* in cui i punti retinici corrispondenti sono le due fovee, dei punti periferici della retina. Nella maggior parte degli strabismi congeniti convergenti ed in molti strabismi divergenti, le due retine mantengono ancora una possibilità di cooperare grazie proprio alla C.R.A. In genere, in uno strabismo congenito nell'occhio deviato si forma uno "scotoma" (punto di non visione) sulla fovea in modo tale che il suo valore "dritto-in avanti" verrà acquisito da un altro punto retinico extra-foveale che stabilirà una nuova corrispondenza con la fovea dell'occhio non deviato (questo punto dove vanno a formarsi le immagini è detto punto Zero di localizzazione). Questa nuova organizzazione retinica permette di non vedere doppio e di mantenere un campo di visione binoculare più ampio possibile, anche se nell'occhio deviato l'immagine va a formarsi su un punto periferico con acuità visiva ridotta.

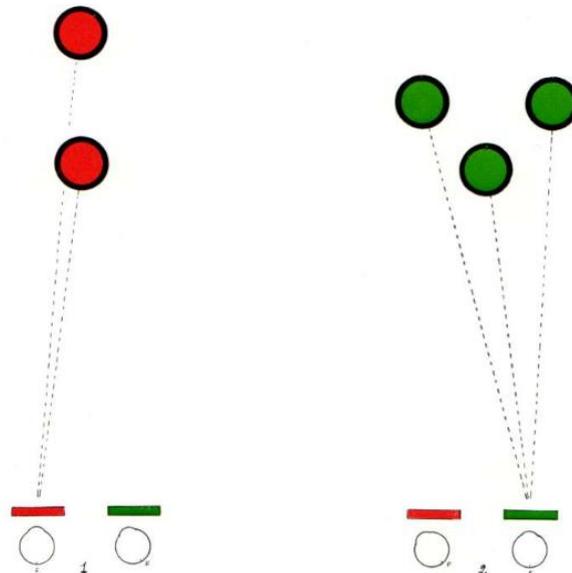
Per far sì che avvenga la fusione è necessario che le due immagini retiniche siano sufficientemente simili per nitidezza, grandezza e colore. Si ha visione binoculare singola quando le immagini retiniche sufficientemente simili si formano sulle fovee dei due occhi (punti retinici principali nella C.R.N) e vengono "fuse" a livello corticale in un'immagine unica realizzando una situazione di normo-sensorialità. Per valutare la buona presenza della capacità di fusione, oggi si utilizza abbastanza frequentemente il test delle luci di Worth. La mira è costituita da quattro dischi colorati su sfondo nero posti a croce: uno rosso in alto, due verdi in orizzontale, ed uno bianco in basso. Gli occhi del soggetto esaminato sono coperti da filtri anaglifici. In questo modo, si viene a creare la condizione in cui ogni occhio vede i dischi del colore del proprio filtro e in più il disco bianco. La situazione è di parziale dissociazione fusionale, in quanto la visione simultanea del disco bianco mantiene lo stimolo a fondere.

Ipotizzando di aver anteposto all'occhio destro il filtro verde e al sinistro quello rosso, dopo aver invitato il soggetto esaminato a riferire ciò che vede, le possibili risposte sono le seguenti:

1. *Vedo 4 luci*: è presente visione binoculare singola nella norma, l'eventuale eteroforia è ben compensata. La tonalità assegnata al cerchio bianco definisce la dominanza.



2. *Vedo 2 luci rosse*: è presente soppressione dell'occhio dx (filtro verde)
3. *Vedo 3 luci verdi*: è presente soppressione dell'occhio sx (filtro rosso)



4. *Vedo 5 luci, due rosse a sinistra e tre verdi a destra*: è presente diplopia omonima che indica una esoforia.
5. *Vedo 5 luci, due rosse a destra e tre verdi a sinistra*: è presente diplopia crociata che indica una exoforia.

Figure 4 e 5: descrizione del test delle luci di Worth

3.3 La stereopsi

A causa della distanza orizzontale esistente tra i due occhi, le immagini retiniche dello stesso oggetto risultano leggermente differenti e di conseguenza in alcune loro parti stimolano punti retinici non corrispondenti. Nonostante ciò, quando la disparità binoculare non supera la fusione sensoriale, le due immagini vengono regolarmente fuse. Ciò che potrebbe sembrare l'ennesimo intervento della fusione sensoriale a correggere un errore visivo, costituisce una grandissima risorsa della binocularità. Infatti, la disparità visiva orizzontale è utilizzata dalla psiche per trarre preziose informazioni sulla forma tridimensionale degli oggetti e sulla loro posizione nello spazio. Questo fenomeno prende il nome di stereopsi. Come tutte le altre facoltà binoculari, anche la stereopsi deve essere acquisita dopo la nascita. La sua maturazione è molto lunga in quanto, se l'inizio del processo è precoce, intorno ai 4 mesi di vita, esso si completa tra i 6 e gli 8 anni. La visione stereoscopica non è comunque da considerarsi come l'inevitabile risultato della capacità fusionale, anche se da essa discende. Si trovano in numero non infrequente soggetti adulti che posseggono regolari capacità di fusione (II° della binocularità) e scarsi, alle volte nulli, valori di stereopsi. A sostegno di ciò è stata riconosciuta la presenza nella corteccia visiva di una famiglia specifica di neuroni specializzati nel rilevamento delle forme di disparità retinica, il cui anomalo sviluppo può compromettere tale capacità visiva. Dipendendo dalla distanza tra gli occhi, è intuibile che l'efficacia della disparità sia molto evidente nell'osservazione degli oggetti vicini e vada progressivamente perdendosi man mano che il punto di osservazione si sposta verso l'infinito. Ciò farebbe pensare che il mondo oltre lo spazio del vicino dovrebbe essere percepito bidimensionale, ma tutti sappiamo che ciò non è vero, anche se funzionalmente dovrebbe essere così. In effetti la visione in rilievo, nella zona del vicino, è esaltata dalla percezione della disparità spaziale, ma l'esperienza ci insegna che, oltre il vicino, non può esistere un mondo piatto. Pertanto, quando l'osservazione si sposta verso l'orizzonte questa ci permette di continuare ad interpretare correttamente il mondo in forma tridimensionale. Ciò ci spiega come sia possibile che soggetti che in età adulta abbiano subito la perdita di funzionalità di uno dei due occhi, mantengano però un discreto grado di percezione stereoscopica.

Come detto in precedenza la stereopsi è un fenomeno che deve essere "imparato". Affinché ciò accada è assolutamente necessario che pre-esistano alcune condizioni visive basilari. Esse sono:

- Fissazione bifoveolare
- Capacità completa di fusione
- Sufficiente acuità visiva in ambo gli occhi.

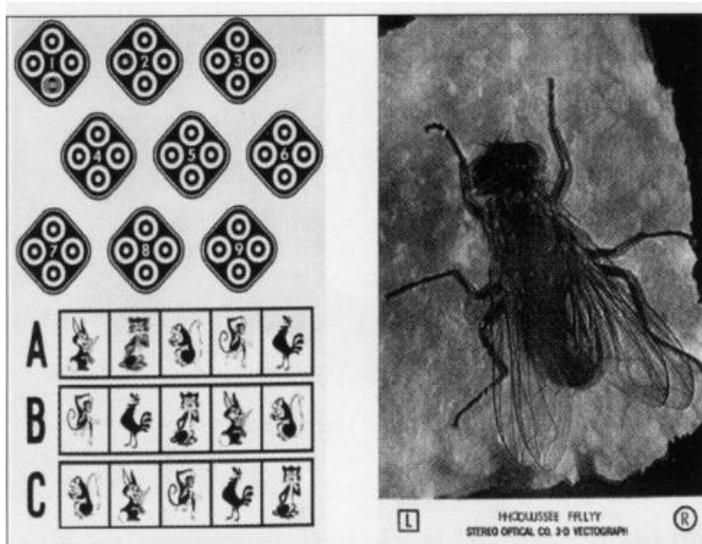
Come si può osservare, le condizioni sopra citate sono essenziali al fine di garantire la presenza dei primi due gradi della binocularità. La stereopsi, infatti, sta nello scalino più alto della raffinatezza binoculare e non può instaurarsi se non sono precedentemente acquisite la percezione simultanea e la fusione. Constatata la presenza o meno di una maturata stereopsi significa definire il livello di qualità visiva, anche potenziale, che un soggetto può esprimere. Ecco perché i vari stereotest sono pratica comune in tutte le indagini visive di tipo fiscale ed anche inseriti nella usuale pratica clinica optometrica. In questo ambito è opportuno distinguere la stereopsi in

- Locale
- Globale

La prima è stimolata da mire, di forma definita e riconoscibile, identiche tra loro, ma che vengono presentate separatamente ai due occhi con un effetto di spostamento lineare l'una rispetto all'altra.

La seconda richiede una maggior raffinatezza e sviluppo dell'attività stereoscopica: le mire sono prive di riconoscibilità monoculare e, quindi, se attraverso l'attività di organizzazione visiva dei vari particolari distribuiti in modo casuale è possibile percepire delle figure di forma compiuta solo se è presente un elevato grado di stereopsi.

La stereopsi può essere rilevata sia da lontano che da vicino. I test più utilizzati sono da vicino, pertanto richiedono la presenza di un'illuminazione molto buona e la compensazione dell'eventuale presbiopia o di ametropie che possano penalizzare la visione prossimale. La disparità spaziale delle mire osservate è misurata in secondi d'arco (''), che al tempo stesso rappresenta il valore della capacità stereoscopica del soggetto. Il più comune test per la stereopsi locale è il test di Wirt, meglio conosciuto come test della mosca di Titmus.

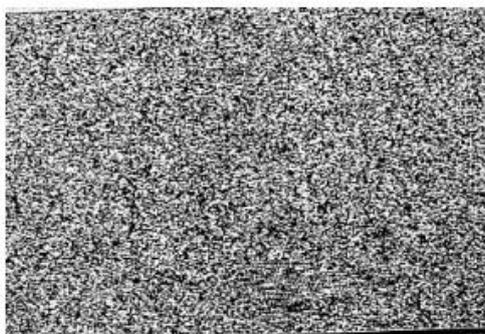


Il titmus stereo test per le stereopsi

Figura 6

La filtratura polarizzata davanti agli occhi permette la percezione della mira in rilievo, che diversamente sarebbe vista doppia. Il test è articolato in una serie di mire con coefficiente di disparità spaziale a partire da 3000'' (la mosca) fino ad un minimo di 40'' (il nono gruppo di cerchi). La presenza di strabismo è ovviamente condizione invalidante del test.

Per quanto riguarda invece la stereopsi globale i test sono costruiti da una serie di punti disposti in modo casuale. Solo la capacità di percezione tridimensionale permette il rilevamento di immagini. Anche in questo caso è necessaria l'apposizione agli occhi di una filtratura polarizzata o l'utilizzo di filtri colorati anaglifici. I limiti di stereopsi valutabile sono compresi tra 1900'' e 15''. In tempi recenti si è affermato l'utilizzo del test di Lang. Con esso non è necessario l'utilizzo di alcuna filtratura, grazie alla particolare costruzione cilindrica dei suoi elementi. Unico limite è costituito da una gamma di apprezzamento meno ampia (da 550'' a 1200'')



Test di Lang

Figura 7

Capitolo 4: Esempi di esercizi utili di VT

Esistono diversi esercizi da poter praticare che sfruttano la tensione isometrica: un primo esercizio consiste nel fissare un punto del proprio viso come la fronte, il naso, la bocca, ecc, e abbassare il mento fino al limite possibile e poi sollevare il mento mantenendo lo sguardo fisso, stessa cosa verso il lato destro e poi il sinistro. Si possono utilizzare anche diverse angolazioni e allenare quelle posizioni dove si ha maggiore difficoltà. Quindi lo sguardo è fisso mentre la testa si muove in tutte le direzioni. Un secondo esercizio consiste invece nel mantenere ferma la testa e fissare diversi punti nello spazio; In prima fase si può fissare verso l'alto, il basso, destra e sinistra e poi nelle angolazioni alte e basse e si ripete più volte. Un altro esercizio consiste nel fissare una penna che si tiene davanti agli occhi a una distanza di circa 20-25 cm e nell'altra mano un'altra penna davanti al naso. Si partirà fissando la penna più lontana e la si avvicinerà fino a far combaciare le due punte e si ripete.

Gli esercizi possono essere eseguiti davanti ad uno specchio comodamente seduti e fissando la propria immagine degli occhi riflessa. La supervisione di uno specialista (oculista, ortottista o optometrista) è la linea guida più sicura per la pratica di questi esercizi. Con “base casa” indichiamo gli esercizi di VT svolti autonomamente mentre con il termine “base ufficio” si indicano gli esercizi svolti in ambulatorio con la supervisione dello specialista.

4.1 Pencil Push Up

Il pencil push up è indicato in presenza di ipoconvergenza oculare (l'incapacità di convergere i due occhi nella visualizzazione di un oggetto vicino). In genere, questo esercizio viene eseguito con una matita che consiste nel bersaglio da osservare e poiché esso può causare instabilità dell'equilibrio va svolto da seduto. La matita deve essere tenuta di fronte al viso con il braccio disteso in modo che il soggetto possa concentrarsi sulla sua punta e sostenere la fusione per circa cinque secondi e da questa posizione di partenza bisogna avvicinare la penna verso il naso senza distogliere lo sguardo. L'illuminazione è ambientale.

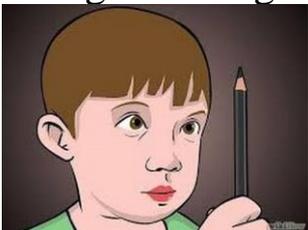


Figura 8

Purtroppo, studi hanno dimostrato come questo esercizio sia poco, o per nulla, efficace.

Lo strumento utilizzato per questo esercizio è una semplice penna o matita. Uno studio durato 12 settimane ha confrontato gli esercizi svolti ‘base ufficio’, con le flessioni a matita (pencil push-up) ‘base casa’. In questo particolare studio, solo gli esercizi svolti ‘base ufficio’ hanno prodotto miglioramenti nell’ipoconvergenza oculare. Alla fine delle 12 settimane di allenamento il 58% dei soggetti che ha svolto gli esercizi ‘base ufficio’ era asintomatico, mentre l’80% dei soggetti che ha effettuato esercizi di flessioni a matita continuava ad essere sintomatico

Quindi sulla base dei risultati di questi studi sopra menzionati possiamo affermare che le flessioni a matita, il trattamento più frequentemente utilizzato per l’ipoconvergenza oculare, non sono efficaci nel raggiungere miglioramenti dei sintomi né nei bambini né nei giovani adulti.

4.2 Space Fixator

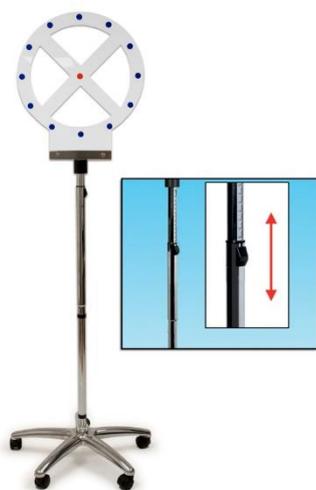


Figura 9 Space Fixator

Un importante esercizio che coniuga il miglioramento dei movimenti saccadici, dell’accuratezza di fissazione e della coordinazione occhio-mano è lo *space fixator*, diviso in dieci livelli, dal primo che esercita semplicemente la fissazione e la visione periferica fino ad arrivare al decimo che unisce anche la coordinazione occhio-mano. Anche qui l’illuminazione è ambientale. Inizialmente il soggetto dovrà concentrarsi esclusivamente sulla fissazione e visione periferica dello Space Fixator (vd Figura) e solo quando riuscirà facilmente a saltare da una posizione di sguardo all’altra con facilità e accuratezza si va ad integrare la fissazione con il comando ‘pronto’

ovvero posizionando la mano sulla tempia e mantenendo la fissazione per poi passare al comando ‘tocco’ e quindi toccare con l’indice della mano che si trovava in posizione ‘pronto’ il punto che si stava fissando, per poi concludere con il comando ‘giù’ ed infine, sempre mantenendo la fissazione, la mano può tornare in posizione di riposo lungo il fianco del soggetto. Per aumentare man mano la difficoltà avanzando di livello si passa da movimenti omolaterali a controlaterali (movimento degli occhi orario e antiorario e movimento delle mani), poi integrando anche il movimento dei piedi.



Figura 10

PRONTO: il soggetto dopo aver osservato il punto centrale, mantenendo la fissazione solleva la mano dx fino alla tempia.



Figura 11

GUARDO: il soggetto muove lo sguardo dal punto centrale alla mira ad ore 12



Figura 12

TOCCO: mantenendo la fissazione il soggetto deve toccare con l'indice della mano il punto che stava guardando.



Figura 13

GIU: sempre mantenendo la fissazione la mano dx ritorna sul fianco del soggetto in posizione di riposo.

Un buon primo passo per riuscire a raggiungere dei risultati con il VT è quello di escludere programmi di terapia della vista che non sono sotto la direzione di supervisori e preferire esercizi svolti a 'base d'ufficio'. Svolgere solo esercizi a 'base casa' è spesso inefficace anche a causa della poca costanza dei soggetti che decidono di eseguire VT, causata dal non ottenere in poco tempo risultati evidenti.

4.3 La Corda di Brock



Figura 14 Corda di Brock

Il ‘Brock Strings’ è uno degli attrezzi più utili in assoluto per allenare la vista e l’unico per poter valutare la soppressione, ovvero quando una delle due immagini che proviene ognuna da uno dei due occhi che abbiamo viene eliminata dal cervello poiché potrebbe essere meno nitida dell’altra o comunque diversa, non dimentichiamo che per fondere ciò che vediamo in un’unica immagine è necessario che ciò che proiettano l’occhio dx e l’occhio sx sulla retina siano due immagini simili per dimensione, nitidezza e colore. Questo avviene per una sorta di risparmio di energie da parte del cervello che deciderà quindi di cancellare completamente l’immagine peggiore e utilizzare quindi un solo occhio per vedere. Per questa valutazione possiamo utilizzare la corda di Brock, appunto, ma essa è utile anche per potenziare le abilità di convergenza binoculare, i movimenti saccadici ed anche eventuali posture del capo scorrette. Esistono vari livelli di difficoltà che prevedono un numero sempre crescente di mire (le palline colorate sulla corda). Inizialmente bisogna posizionare la corda ad un vincolo come la maniglia di una porta, impugnare la corda e tenderla posizionandola leggermente sotto al naso. Si comincia con una sola pallina a circa 45 cm, fissando la pallina bisogna percepire:

- Una pallina.
- Due corde prima della pallina
- Due corde dopo la pallina
- L’incrocio delle corde sulla pallina.

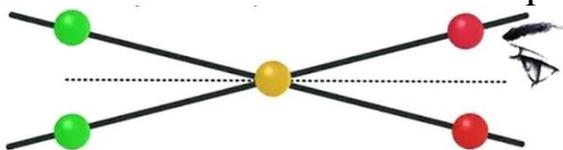


Figura 15

Successivamente bisogna avvicinare la pallina verso il naso diminuendo la distanza quindi da 45 cm passare a 30 cm poi 20 cm – 15 cm ecc...

Può accadere che nell’osservazione di una pallina la corda, che dovrebbe esser vista doppia, una delle due corde scompare e bisognerà toccare la corda con la mano per stimolare la diplopia fisiologica, essa è una proprietà fondamentale della visione binoculare e la sua presenza indica che il soggetto è capace di usare entrambi gli occhi nella visione abituale. Se avvicinando la pallina essa si sdoppia e il mantenerla singola diventa faticoso si deve spostare la pallina lontano e ricominciare l’esercizio da capo. Questo esercizio può durare dai 5 ai 10 minuti in base alla difficoltà del soggetto. L’illuminazione è ambientale.

4.4 La Palla di Marsden



Figura 16 Palla di Marsden

La palla di Marsden è uno strumento utilissimo per aiutare i muscoli oculari a svolgere le loro attività e per farli diventare più ‘potenti’ e per aiutare gli occhi a lavorare al meglio. Su questa palla sono incise delle lettere che saranno la nostra mira insieme alla palla, infatti, con la lettura delle lettere incise sulla palla si assocerà così l’acuità visiva insieme al movimento che daremo alla palla per migliorare e allenare l’oculomotricità. Per questo esercizio l’illuminazione ambientale deve essere accesa. Per procedere con l’esecuzione dell’esercizio bisogna far sdraiare il soggetto su un materassino e chiedergli di rilassare tutto il corpo, il soggetto ora copre un occhio e si pone con l’occhio scoperto in direzione della palla di Marsden che sarà appesa al soffitto sostenuta da un filo che arriverà a circa 50 cm dal pavimento. I vari livelli di difficoltà prevedono l’allenamento di tutti gli assi visivi, per l’esecuzione dell’esercizio bisogna semplicemente osservare il movimento oscillatorio della palla senza muovere la testa e se inizialmente la palla eseguirà piccole oscillazioni, queste poi saranno aumentate in ampiezza.

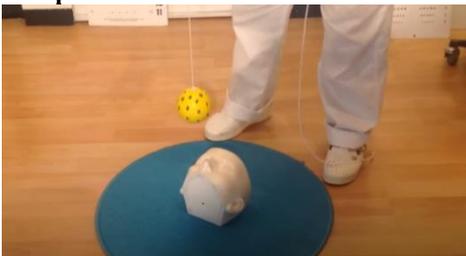


Figura 17

Di solito i movimenti più comuni e quindi più semplici da seguire sono quelli orizzontali poiché spesso compaiono nella vita di ogni giorno. In questo esercizio l’illuminazione ambientale deve essere accesa e la durata dell’esercizio varia dai 3 ai 5 minuti.

Capitolo 5: Protocollo iniziale-base di visual training

Abbiamo visto come conoscere ed applicare le procedure tecniche del VT non garantiscono da sole il successo del programma. Ci sono numerose

tecniche di VT ma è importante riuscire a saper scegliere tra tutte le procedure conosciute quelle più adatte in base alle esigenze della persona. Il 96% delle persone che si sottopongono al programma di VT del dt. Kraskin sviluppano le stesse **‘abilità fondamentali’**; l’unica deroga si ha nei casi di strabismo che rappresentano il 4% dei casi. La prima fase dell’office training prevede le seguenti tecniche:

- L’asse di equilibrio
- Gli equivalenti motori
- Il controllo oculare
- L’oscillazione accomodativa
- Le fissazioni oculari
- Le rotazioni alla lavagna
- Gli anelli di Wallach o la direzionalità
- Il Modified Updegrave o i Parquetry Blocks.

I seguenti esercizi si svolgono con illuminazione ambientale se non diversamente specificato.

5.1 Esercizi per sviluppare la libertà di rielaborare i dati visivi:

L’asse di equilibrio

Per il primo esercizio abbiamo un adattamento della tavola di equilibrio che quindi deve diventare lunga un metro e mezzo con i lati inclinati di 15° rispetto l’asse longitudinale in modo che ogni piede poggi su una delle due superfici in pendenza, inoltre all’estremità dell’asse vi sarà la palla di Marsden (una sfera di gomma rigida che viene appesa al soffitto per esser usata come target).



Figura 18 Tavola di equilibrio usuale

La procedura sarà quella di far percorrere al soggetto la tavola tenendo i piedi su ciascuno dei lati inclinati per 4 minuti, inizialmente si cerca

semplicemente di mantenere l'equilibrio, poi si aggiungerà la clausola 'ritmo' grazie all'uso di un metronomo. Il soggetto nota quanto sia importante mantenere un punto di fissazione, prima casuale e poi si chiederà di osservare la palla di Marsden fatta scendere dal soffitto a livello oculare e successivamente, quando il soggetto si trova all'estremità della tavola, può procedere con l'avvicinamento e l'allontanamento sulla tavola e quindi la percorre prima in avanti e poi all'indietro mantenendo lo sguardo fisso sulla palla di Marsden sempre posizionata a livello dell'occhio, alla fine l'optometrista potrà chiedere al soggetto di percorrere la tavola in entrambe le direzioni seguendo la palla di Marsden che stavolta però sarà posta molto al di sotto del livello oculare, a circa 10 cm da terra e verrà fatta muovere in modo circolare. Come è già stato detto da Harmon, quando si svolge un'attività è importante utilizzare al meglio le nostre energie e quindi minimizzare la forza di gravità e bilanciare al meglio il nostro corpo in relazione alle operazioni da seguire. Questo primo esercizio potenzia proprio una delle abilità essenziali alla funzionalità del sistema: la libertà di rielaborare i dati visivi indipendentemente dall'elaborazione basata sull'esperienza.

Gli equivalenti motori

Questo esercizio prevede: Per 4 minuti il soggetto deve disegnare sulla lavagna delle figure con dei gessetti lunghi il triplo del normale tenendone uno per mano. È previsto l'uso di occhiali da training e un controllo posturale poiché dopo aver disegnato una X a livello oculare che avrà la funzione di target, mantenendo lo sguardo fisso sulla X e una postura adeguata si continueranno a fare delle figure alla lavagna con entrambe le mani, inizialmente si disegneranno dei cerchi con una mano che ruota in senso orario e l'altra in senso antiorario ed è importante che lo sguardo resti fisso sulla X. L'esercizio è previsto fin quando non si creano cerchi speculari con i centri allineati. Spesso quando nonostante la pratica non si vedono i risultati sperati si può tentare di trovare una postura più adatta. Successivamente l'optometrista unirà all'esercizio un comando vocale, il quale consiste nel far abbassare una mano mentre l'altra continua a disegnare e poi poco dopo rialzarla. Ora l'esercizio procede disegnando, partendo da 3 cm dal target, delle linee orizzontali alternando l'orientamento del gessetto prima verso l'esterno e poi verso l'interno sempre con entrambe le mani sui due lati della lavagna al ritmo del metronomo per ogni tratto,

poi, sempre continuando a fissare il target, si procede a fare dei tratti prima a livello del target, quindi della X, poi a livello della testa e poi a livello della vita e per quanto riguarda lo spostamento delle braccia, esso va fatto senza smettere di osservare la X. Completata la ‘struttura’ di base con i tratti orizzontali si procede a descrivere con la stessa tecnica 20 cerchi in senso orario e 20 in senso antiorario ad ogni livello e sempre senza staccare lo sguardo dalla X (questi sono i nostri equivalenti motori). Il ritmo è sempre di due battiti di metronomo per cerchio (per poter svolgere al meglio gli esercizi posso utilizzare un metronomo, ogni due battiti di metronomo corrispondono ad un secondo, 8 battiti sono 4 secondi) e se la procedura venisse svolta in modo fluido e corretto dovrebbe esser terminata in 3 minuti, gli altri 60 secondi che si hanno a disposizione potranno esser utili per eseguire altri equivalenti motori nel maggior numero possibile di ‘livelli’ (i tratti disegnati prima a diverse altezze). Per questo esercizio ci sono soggetti per i quali anche gli equivalenti motori di base risultano troppo impegnativi quindi si può optare per una forma ancora più elementare della procedura chiamata ‘Angeli nella neve’ proprio perché simula il movimento che si fa quando si vogliono disegnare con il proprio corpo degli angeli sulla neve, infatti in questo esercizio il soggetto è davanti alla lavagna con una postura sempre adeguata e rilassata e tenendo lo sguardo fisso sul target con un gessetto per ogni mano e le braccia distese traccia, a partire dalla base della lavagna, una linea verso l’alto, fino a raggiungere l’altezza della propria testa e poi ritorna all’estremità inferiore ripetendo l’operazione per 4 minuti.

5.2 Esercizi per sviluppare il senso dell’elaborazione:

Controllo oculare

Per 4 minuti l’optometrista regge la pen-light a 2.5 cm dal volto della persona che le sta davanti, mantenendo una postura rilassata e bilanciata. Il soggetto deve fissare sempre la luce e cercare di avere una visione nitida del fascio di luce ma deve allontanarsi dalla pen-light non appena avverte una minima sensazione di nausea, bruciore oculare, tensione al collo o mal di testa. Durante l’osservazione della luce si cerca di capire cosa significhi focalizzare un oggetto ad una distanza ridotta (2.5 cm); infatti, l’optometrista inizialmente muove ritmicamente la pen-light davanti l’occhio del soggetto alternando in maniera casuale le 4 posizioni fondamentali accompagnandole con la pronuncia della direzione verso la

quale il soggetto deve muovere lo sguardo. Si vuole cercare di ottenere, indipendentemente dalla posizione della pen-light, una convergenza da parte di entrambi gli occhi sulla luce. Da questo esercizio si vuole ottenere una corretta elaborazione e la posizione degli occhi deve essere diversa se la pen-light si trova all'esterno dell'occhio destro o all'interno del sinistro. Ciò è evidente notando come quando la luce si trova in corrispondenza della tempia gli occhi puntano a destra mentre, quando è tenuta in posizione nasale, essi convergono al centro. Sebbene esuli dagli scopi della procedura, tutte le persone impegnate in questa tecnica presenteranno un punto prossimo di convergenza migliore della media: il punto prossimo di convergenza 'PPC' è il punto più vicino agli occhi nel quale l'immagine è percepita ancora singola e la fusione è ancora mantenuta, il suo valore di norma va dagli 8 ai 10 cm e migliorare questo valore significa dunque riuscire a ridurlo e quindi il soggetto potrà percepire una visione singola anche a distanze più ravvicinate.

Il valore fondamentale che ha questa procedura consiste nel fornire al soggetto l'opportunità di sperimentare 'il senso dell'elaborazione'. Quando si riesce a tener il passo con il ritmo iniziale si aumenta la velocità e poi l'optometrista passa al muovere la pen-light in modo da descrivere dei cerchi continui davanti l'occhio del soggetto sempre a 2.5 cm di distanza. Questa procedura risulta essere particolarmente utile nei casi di strabismo convergente che è generalmente caratterizzato da un punto prossimo di convergenza relativamente distante. Quindi quando il soggetto riesce a 'sentire' gli occhi dritti possiamo affermare che riesce a svolgere questa tecnica con disinvoltura e si avranno le condizioni per un adeguato sviluppo del sistema binoculare.

L'Oscillazione accomodativa

Esistono diversi esercizi che possono essere utili per stimolare e allenare l'oscillazione accomodativa. In questo, in particolare, si utilizzerà la palla di Marsden, collocata a livello oculare. La persona con una postura rilassata e bilanciata e avendo indosso gli occhiali da training con una lente coperta dall'occlusore, alla distanza di Harmon adatta per le attività prossimali, cercherà di vedere con l'occhio scoperto nel modo più chiaro e rapido possibile. L'obiettivo è di determinare il punto verso il quale indirizza lo sguardo attraverso la percezione di dove stia guardando. Il soggetto mette una lente con potere -4 dt davanti alla lente da training e la solleva

lentamente fin quando non vede due target, uno più in basso e uno più in alto, fissa per 8 battiti di metronomo prima il target superiore e poi dirige lo sguardo al target inferiore. Continuerà a fare ciò per 2 minuti poi si cambia la posizione dell'occlusore e si ripete l'operazione con l'altro occhio per un tempo complessivo di 4 minuti. Nel momento in cui il soggetto sta fissando un target, che sia l'immagine superiore o inferiore, l'optometrista chiede 'quale immagine deve guardare da più vicino' quindi sembra più lontana e quale invece 'deve guardare da più lontano' quindi sembra più vicina, per confrontare ciò che il soggetto sta vedendo con ciò che sta percependo. Andando avanti con l'esercizio il potere diottrico della lente negativa viene diminuito progressivamente di 0.5 dt fino a quando la persona non è più in grado di percepire la distanza spaziale fra i target. L'ultima lente che permette di apprezzare tale discrepanza è detta JND (just noticeable difference). Quando il soggetto raggiunge la JND, si prosegue con il secondo livello di domanda. Il soggetto ora può osservare, sempre con un occhio occluso e con soli gli occhiali da training, la palla di Marsden e si cerca di avere una visione nitida per 8 battiti di metronomo, poi porterà la lente negativa di -4 dt, che precedentemente teneva in mano, di fronte agli occhiali e dovrà focalizzare il target per altri 8 battiti. La procedura continua per due minuti per poi spostare l'occlusore nell'altro occhio. È importante capire come ogni fissazione, con o senza lente negativa, significhi un cambiamento di informazioni fornite al 'computer' e quindi si rivaluta la posizione del target per metterlo a fuoco. Dopo che si son ottenuti i risultati sperati si riduce il potere delle lenti di mezza diottria fino ad ottenere nuovamente la JND, per poi passare agli ulteriori livelli di domanda come, ad esempio, l'oscillazione della proiezione, una procedura opzionale che si può effettuare nel caso ci siano fattori come: l'età, i problemi di comunicazione, il grado di raffinatezza ecc... che ci spingono a modificare il modo di procedere. Quindi, per questo esercizio, utilizzeremo un tel-eye trainer (vd. Figura)



Figura 19 Tel Eye-Trainer

Questo strumento è in grado, grazie all'inserimento di due diapositive diverse, una per l'occhio dx e una per il sx, di illuminare ciascuna figura per 4 secondi. Il soggetto ha sempre davanti gli occhi due lenti di prova, una positiva con lo stesso potere degli occhiali da training su di un occhio, e una negativa con potere iniziale -4 dt sull'altro. A causa del potere diottrico delle due lenti, le due immagini saranno percepite come se fossero collocate a distanze diverse, una più vicina e una più lontana però il soggetto cercherà di vedere entrambe nel modo più nitido e chiaro possibile quando verranno alternamente illuminate. Poi l'optometrista richiederà di indicare qual è l'immagine più vicina e quale la più lontana in base alla propria percezione. Anche in questo esercizio il potere delle lenti viene ridotto di 0.5 dt, fino a raggiungere la JND. Queste procedure offrono l'opportunità di creare e sviluppare 'l'abilità di elaborare' e permettono al soggetto di diventare consapevole dei propri processi d'interpretazione che ne determina un potenziamento delle sue abilità. Maggiore è la differenza di potere tra le lenti utilizzate e maggiore sarà la differenza spaziale fra i target percepiti e tanto più facilmente si coglierà la discrepanza nella posizione delle immagini. È importante dare più importanza al concetto di 'percepire' se il target sia lontano o vicino rispetto al 'vedere' il target più vicino o lontano in rapporto all'altro, in modo da poter dimostrare che la vista può trarre in inganno e che lo fa piuttosto spesso. Grazie a questo esercizio ci occupiamo dell'abilità di elaborare informazioni, in particolare quello che ci interessa è soprattutto la sensazione che si ha della differenza quando si elabora prima un target e poi l'altro. Durante gli esercizi di VT si può manifestare l'effetto SILO (small in large out).

5.3 Effetto SILO \ SOLI

L'effetto SILO (Small In Large Out) è la percezione del cambiamento di posizione 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 ma rimpicciolirsi, quando la divergenza è aumentata l'oggetto appare allontanarsi e ingrandirsi. Questo fenomeno però sembra avere dell'assurdo, chiunque direbbe 'di fatto, gli oggetti reali non dovrebbero sembrare più grandi quando sono vicini e più piccoli quando sono lontani?' invece l'effetto SILO è un effetto che si manifesta solo in particolari condizioni. Quando tali condizioni sussistono e il SILO ha luogo nel'ambito del VT, possiamo esser certi che la performance si è svolta nella maniera desiderata. È importante per comprendere meglio questo fenomeno parlare di 'coerenza delle dimensioni' ovvero di come l'oggetto che si sta osservando abbia una determinata dimensione a seconda della distanza in cui si trova rispetto all'osservatore. In condizioni normali un uomo di media taglia non sembra una bambola quando si trova ad un isolato di distanza, né assomiglia a un gigante quando sta ad un metro. Tuttavia, in condizioni controllate, quando la distanza reale rimane costante, ma la distanza apparente (calcolata) viene modificata si osserverà il manifestarsi dell'effetto SILO. L'effetto SILO al soggetto può sembrare falso, irreali, paradossale. Per quanto riguarda il fenomeno inverso invece, esso viene chiamato SOLI (small out large in) e si sta avendo esperienza di tale effetto se l'oggetto si rimpicciolisce quando il soggetto riporta che si sta allontanando e se si ingrandisce quando si sta avvicinando.

Le fissazioni oculari

Per questo esercizio ci serviremo della 'Van Orden Light Box' ovvero uno stereoscopio, un dispositivo ottico a forma di "mascherina" o "binocolino" e dotato di lenti per la visione di immagini stereoscopiche (Wikipedia).

Lo stereoscopio verrà montato su un piedistallo dietro al quale si trova un supporto illuminato per diapositive vitree.



Figura 20 Stereoscopio antico

La diapositiva che andremo ad inserire è la VO3 che costituisce il target di entrambi gli occhi, esso ha la forma di una stella a 12 punte numerate da 1 a 12. In alternativa è possibile utilizzare un foglio di carta appeso al muro o alla lavagna. Il soggetto è invitato a sedersi in posizione comoda e bilanciata di fronte allo stereoscopio e a concentrarsi sul target. Dovrà prima guardare e poi cerchiare ciascun numero prestando particolare attenzione al ritmo e all'accuratezza della fissazione. Inizialmente l'esercizio verrà svolto in monoculare quindi con un occhio occluso e con indosso gli occhiali da training, immaginiamo che il sx sia occluso. Il soggetto prende nella mano dx l'Anello di Russel e lo avvicina all'alloggiamento delle lenti dello stereoscopio. Quindi iniziando ad esempio dal numero 1, il soggetto guarda un numero per 4 battiti di metronomo, osserva poi il numero attraverso l'anello tenuto in posizione di mira per altri 4 battiti, lo cerchi con l'anello per altri 4 battiti e, infine, allontana l'anello. La procedura viene ripetuta per ciascun numero, seguendo un ordine progressivo. La mano usata per reggere l'anello di Russel corrisponde sempre all'occhio rimasto libero. L'esercizio avviene in maniera adeguata quando il movimento del soggetto appare fluido, coordinato e naturale. Quando il soggetto sente che il 'timing' è rallentato significa che l'esecuzione è corretta e si può raddoppiare il ritmo riducendo ogni fase a 2 soli battiti. Per affrontare il livello successivo di questo esercizio abbiamo bisogno del saccadoscopio, ovvero un pannello quadrato di masonite di un metro e venti per lato, provvisto di cornice e fissato su un piedistallo a quindici centimetri da terra, così da sembrare una grande lavagna portatile. Lungo i bordi della tavola sono inseriti a distanza regolare otto alloggiamenti, su ognuno dei quali è montata una lampadina rossa o verde con disegnata una lettera nera. Lo strumento grazie ad un motorino elettrico riesce a far accendere alternatamente le luci secondo uno schema. Inizialmente lo schema resta invariato e prevede un'intermittenza delle luci casuale e ogni lampadina resta accesa per 2 battiti. Il soggetto, che starà in piedi a poco più di un metro dal saccadoscopio con una postura

comoda e rilassata, indossa gli occhiali da training ma con un occhio coperto dall'occlusore e con la mano corrispondente all'occhio scoperto regge l'anello di Russel e procede alla procedura di fissazione che abbiamo descritto precedentemente. Il soggetto scoprirà con l'esperienza che le luci non lampeggiano in modo casuale ma seguendo un ordine ben preciso. Dopo la descrizione di esercizi che sviluppino la libertà e l'abilità di elaborazione, due fattori essenziali per il buon funzionamento del sistema visivo, ora ne introdurremo il terzo, il range di elaborazione, con i seguenti esercizi.

5.4 Esercizi per sviluppare il range di elaborazione:

Le rotazioni alla lavagna

Per questo esercizio il soggetto indossa gli occhiali da training e sta in piedi di fronte alla lavagna, mantenendo una postura comoda e bilanciata a distanza normalmente prescritta per le attività prossimali. Possibilmente vi è una X dove posizionarsi in modo che il soggetto sia al centro della lavagna e si copre uno degli occhi con la mano corrispondente, mentre con l'altra si tiene il gesso a fianco della X (leggermente a dx del riferimento). A partire da questa posizione, il soggetto deve descrivere nella parte della lavagna corrispondente alla mano che sta usando un cerchio il più ampio possibile, continuando a guardare il gesso senza muovere la testa. Per eseguire correttamente l'esercizio il soggetto immagina che il suo occhio sia in qualche modo attaccato al gessetto e quindi, quando il gessetto si muove, anche l'occhio si muoverà. Inoltre, il soggetto considera il cerchio come una 'traccia' per il gessetto e l'occhio deve dirigerlo. L'obiettivo finale è che i cerchi tracciati costituiscano un unico disegno dai contorni sottili. Eseguire 10 cerchi in senso orario con la mano dx e 10 in senso antiorario con la mano sx. Attraverso questa procedura, i movimenti pursuit (d'inseguimento) vengono introdotti nel seguente programma di VT. Come si è visto nelle fissazioni oculari, si utilizza il modello motorio per migliorare la funzionalità del sistema nervoso; infatti, un cattivo movimento pursuit non è sempre causato da una non corretta attività muscolare, ma spesso, secondo il dt. Kraskin, essa è causata da un errore di elaborazione. I muscoli oculari si limitano ad obbedire agli ordini e se gli ordini sono sbagliati, l'attività che ne risulta non può che essere inadeguata; quindi, se si riescono ad interpretare gli stimoli tanto meno irregolari e disomogenee saranno le rotazioni. È importante per il soggetto ricevere un feedback da parte dell'optometrista ad ogni esercizio in modo tale che egli avrà la possibilità

di effettuare eventuali correzioni sulla performance. Le rotazioni alla lavagna costituiscono infatti una procedura particolarmente valida, poiché forniscono al soggetto un ampio controllo sul proprio modo di operare.

Gli anelli di Wallach o direzionalità

Per l'esercizio denominato 'Anelli di Wallach' abbiamo bisogno di un dispositivo rotante e un target ad anelli eccentrici schematizzati come in foto

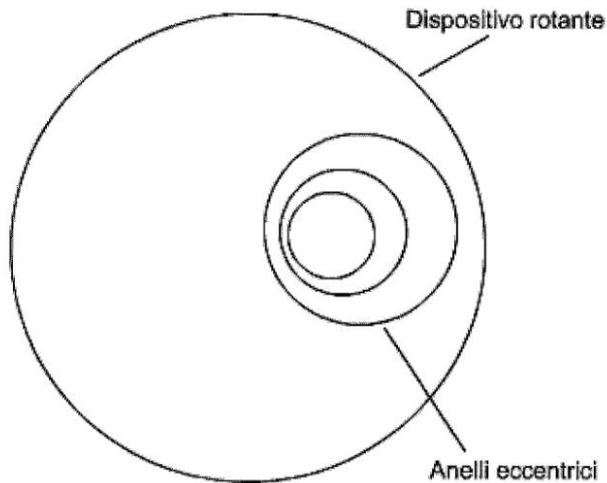


Figura 21

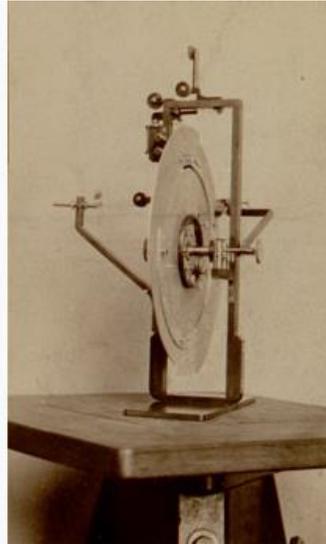
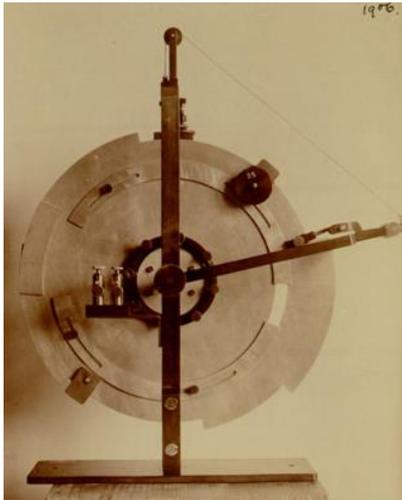
Il soggetto indossa gli occhiali da training sempre con un occhio coperto dall'occlusore e si siede a mezzo metro dal dispositivo rotante sul quale è stato montato un target ad anelli eccentrici. Il compito del soggetto sarà quello di osservare il fenomeno che si verifica quando il dispositivo è messo in moto. Anche se la direzione del movimento è ininfluenza la prassi prevede che sia invertita dopo 4 minuti, metà del tempo di esecuzione in cui si andrà poi ad occludere l'altro occhio. Inizialmente il soggetto non osserverà un punto specifico verso cui indirizzare lo sguardo ma si limiterà ad osservare il target rotante, questo è per far sì che gli anelli appaiano al soggetto in prospettiva, in particolare ci aspettiamo che il soggetto veda l'anello più piccolo avvicinarsi e quello più grande allontanarsi ma può accadere anche l'esatto contrario. Il modo in cui si produce la profondità è trascurabile, l'importante è che gli anelli posti sul dispositivo rotante non sembrino piatti. Nonostante non si indichi un punto preciso su dove guardare la maggior parte dei soggetti coglie il senso della profondità fin da subito. Con la consapevolezza della profondità il soggetto ora può rispondere alla seguente domanda 'l'immagine resta sempre uguale o esistono dei cambiamenti nella posizione degli anelli all'interno dello spazio?' e se il soggetto afferma di aver notato delle variazioni, ha raggiunto quel che si chiama la consapevolezza dell'instabilità della figura e diventa quindi consapevole

che l'immagine può modificarsi e porrà una maggiore attenzione a ciò che vede e a come lo vede. A questo punto si passa al terzo livello di domanda, e l'optometrista chiede per la prima volta di variare la posizione degli anelli in modo tale da vedere il cerchio più piccolo avvicinarsi e poi allontanarsi. Deve essere consapevole del fatto che ogni variazione dipende da lui e non dallo strumento che è in uso. Quindi il primo passo è costituito dalla scoperta che è lui l'artefice del cambiamento, qualsiasi cosa faccia per produrre una variazione, che sia chiudendo un occhio o alzando un braccio non è importante, vogliamo che ciò avvenga per sua volontà. Solo dopo aver raggiunto tale consapevolezza il soggetto cerca di operare le variazioni senza l'uso dell'attività motoria ma attraverso il solo pensiero e il soggetto comprende così due principi essenziali per l'efficienza visiva:

1. il pensiero è un modello di movimento, al pari di qualsiasi altra attività più manifesta.
2. Ciò che si vede e come lo si vede dipende da ciò che si 'fa' piuttosto che dallo stimolo in sé.

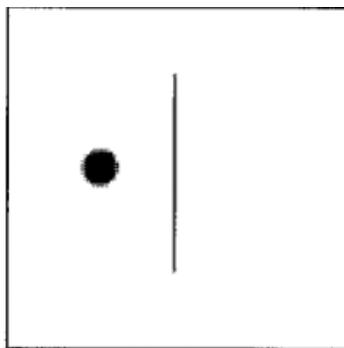
Il soggetto deve riuscire a cambiare la posizione degli anelli a proprio piacimento, operando a 'livello di pensiero' e in modo ritmico effettuando una variazione ogni 8 battiti del metronomo (4 secondi).

L'ultimo compito del soggetto consiste nell'osservare i cambiamenti delle dimensioni degli anelli e ci si aspetta che l'anello in primo piano risulti aumentato di diametro quando si allontana e diventi più piccolo quando si avvicina. Anche in questo esercizio il soggetto avrà esperienza dell'effetto SILO e di relazionarlo a ciò che ha sperimentato nelle tecniche precedenti. Potrebbero presentarsi delle situazioni, legate alle differenze e ai bisogni individuali, che porterebbero l'optometrista a dover impiegare procedure alternative, per esempio, al posto degli Anelli di Wallach egli può procedere con l'esercizio chiamato direzionalità, effettuato attraverso un proiettore tachistoscopico: uno strumento in grado di mostrare una serie di immagini in un arco temporale molto breve che può arrivare ad alcuni millisecondi (Wikipedia).



*Figure 22 e 23
Tachistoscopio antico*

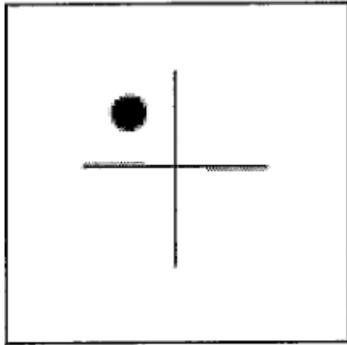
Grazie allo strumento si riesce a mostrare al soggetto una serie di immagini che sono illuminate per $1/100$ di secondo e il soggetto le guarderà seduto nell'area di proiezione e di fronte allo schermo. Il primo target utilizzato sarà una linea dritta e un punto, esso è proiettato cambiando continuamente la direzione e il soggetto deve dire qual è la posizione del punto rispetto alla linea.



Direzionalità Base

Figura 24

Se si trova a dx o sx, il soggetto, prima di dirne la posizione, deve alzare il braccio corrispondente al lato in cui è il punto. Successivamente si adotterà una tecnica uguale alla precedente, ad eccezione del fatto che la diapositiva sarà la seguente



Direzionalità Combinata

Figura 25

Quindi, la risposta del soggetto sarà non più semplicemente sopra, sotto, dx o sx ma ad esempio superiore dx, inferiore sx ecc.. anche qui il soggetto prima di dare la risposta verbale alzerà il braccio in relazione a dove si trova il punto.

Il Modified Updegrave o i Parquetry Blocks

Per questo esercizio abbiamo bisogno di un Omnitainer (vd. Figura)



Figura 26

Il soggetto sta seduto in posizione confortevole davanti all'Omnitrainer. La manopola di regolazione è libera di ruotare, così da poter variare la distanza dell'asta e del supporto delle lenti. Inizialmente è posta una lente sferica +8 dt davanti all'occhio scoperto, l'altro è occluso. Il target utilizzato è il VO16 ovvero una diapositiva che rappresenta un ottotipo in scala ridotta ed è posizionato sullo strumento in modo da essere visibile all'occhio libero. Il

soggetto osserva l'ottotipo ma gli si mostra che quando ruota la manopola allontanando il target, questo diventa più sfuocato. Con il supporto delle lenti avvicinato al massimo, gli si chiede di selezionare la fila di lettere più piccola che riesce a vedere. Quindi il soggetto dovrà ruotare la manopola e allontanare il target finché la fila di lettere scelta non comincerà ad essere incerta, ovvero inizieranno leggermente ad offuscarsi anche se ancora il soggetto sa a che lettera corrispondono. Il soggetto deve guardare attraverso la fila di lettere scelta, come se fossero sospese in mezzo ad una stanza illuminata e il soggetto stesse cercando di vedere la parete di fondo al di là dei caratteri. Durante ciò la fila di lettere inizierà ad essere illuminata alternatamente. A luce accesa si osserveranno, a spenta invece il soggetto si riposerà. Quando il soggetto guardando attraverso la fila che ha selezionato le lettere inizieranno ad apparire di nuovo certe si ruoterà di nuovo la manopola per rendere la stessa fila nuovamente incerta. Il test ha una durata di 4 minuti per occhio. In questo esercizio si vuole introdurre al soggetto l'approccio con 'il range dell'estensione'. Ovviamente non è obbligatorio utilizzare come strumento un Omnitainer, anzi, possiamo utilizzare un qualsiasi dispositivo lampeggiante, un target e delle lenti per la sfocatura.

Capitolo 6: Gli effetti di un programma di VT

Nonostante le perplessità di chi si approccia per la prima volta ad un programma di VT, queste saranno totalmente dissipate con il tempo e con i netti miglioramenti che si avranno.

Trascrivo qui la mia personale esperienza: mi sono sottoposta ad un programma di VT successivamente ad un intervento chirurgico di asportazione di un ependimoma al IV ventricolo che mi ha causato una paresi al VI nervo cranico che innerva il muscolo retto laterale e di conseguenza la mancata sincronizzazione di entrambi i bulbi oculari, riscontrando così diplopia soprattutto nella direzione di sguardo di cui si occupa il muscolo laterale e quindi a sx e in alto a sx. Questo programma mi è stato indicato da un oculista e non un optometrista, la collaborazione tra le varie figure professionali è indispensabile. Infatti, se inizialmente sono stata seguita da un oculista che mi ha indicato gli esercizi da svolgere a casa, successivamente con un recupero parziale mi sono stati consigliati altre tipologie di esercizi da un optometrista per potenziare ulteriormente la mia visione. Gli esercizi iniziali, consigliati dall'oculista, consistevano

semplicemente nel bendaggio alternato, ovvero la stimolazione del nervo attraverso il lavoro muscolare dell'occhio. L'esercizio consisteva nell'applicazione di una benda per 3-4 ore circa ad occhi alterni. In questo modo otteniamo la stimolazione muscolare dell'occhio e contemporaneamente andiamo ad agire su una buona fusione delle immagini proiettate sulla retina. Questo trattamento l'ho seguito per circa un anno, per poi iniziare con i pencil push-up, descritti precedentemente; Nonostante gli studi rivelino una percentuale molto bassa di riuscita di questo esercizio in particolare, nel mio caso invece si è rivelato utile e ho notato un margine di miglioramento. Nonostante nella visione doppia sia difficile notare i miglioramenti iniziali, si possono ottenere dei risultati soddisfacenti su un lungo periodo di esercitazioni. L'indice dell'efficacia dei risultati lo si può prendere in considerazione in virtù dell'immagine percepita dal soggetto, secondo precise percezioni visive; ossia nella fase in cui le immagini si avvicinano in maniera considerevole, fino al sovrapporsi ovvero al coincidere. Dopo circa un anno di pratica, vedendo di aver raggiunto un miglioramento parziale, ho potuto utilizzare una correzione prismatica a base esterna per riuscire ad avere una visione singola e confortevole, correzione che è stata affidata totalmente all'occhio paretico per evitare di utilizzare le mie riserve fusionali e avere poi astenopia. I segni della paresi sono una marcata esodeviiazione da lontano ed ortoforia da vicino, le duzioni e versioni sono normali in tutti i campi di sguardo. Gli stessi segni dovuti da una paresi del VI nervo cranico sono evidenti anche nell'insufficienza di divergenza. Premesso che la divergenza è un processo attivo come la convergenza e ciò si spiega quando cercando di dissociare la visione con prismi a base esterna, si riesce a mantenere una visione singola. Bisogna differenziarla da una paresi del VI nervo cranico poiché in essa non ci sono problemi di tipo neurologico. Quando ho raggiunto un miglioramento dovuto al bendaggio, il pencil push-up e la correzione prismatica non ho più continuato gli esercizi di *training*, ma i miglioramenti, seppur con maggior lentezza, hanno continuato ad esserci. Dopo circa tre anni di 'inattività' un ottico, dopo aver effettuato la misurazione della vista, ha poi constatato lo stadio della diplopia a seguito della mia visione in base alla distanza delle immagini. Poiché tale distanza era ravvicinata, ha deciso di consigliarmi un esercizio mirato per stimolare la fusione delle due immagini retiniche: l'esercizio consisteva nel fissare la punta del mio dito in varie posizioni di sguardo e nel momento in cui questo si sdoppiava, dovevo cercare di riunire le due immagini e mantenere una visione singola

per quanto più tempo possibile. Durante questi anni di *training optometrico* ho notato differenze: nell'affaticamento oculare, nella fluidità dei movimenti oculari, nell'astenopia diventata meno frequente e nella facilità di fusione in determinate direzioni di sguardo. La vista può migliorare sempre grazie agli esercizi di VT e nonostante, in questo caso io, abbia raggiunto importanti risultati grazie ad esso, il sistema visivo di ogni essere umano non ha un limite prestabilito.

Conclusioni

Per vedere attraverso gli occhi non tutti sono a conoscenza delle tantissime funzioni connesse e perfettamente equilibrate che ci permettono di VEDERE. Ci sono molti disturbi che potrebbero essere collegati ad un mancato potenziamento della vista e quindi un'affaticamento dei muscoli oculari e che grazie al VT potrebbero esser alleviati. Nel campo dello squilibrio muscolare dello strabismo, ad esempio, il VT può contribuire a ripristinare una funzione visiva binoculare a un livello anche superiore rispetto alle procedure chirurgiche che producono occhi retti ma, a volte, caratterizzati da disfunzione funzionale; infatti, può anche capitare che dopo un'operazione chirurgica di uno strabismo manifesto, nella correzione della deviazione il soggetto poi lamenti diplopia.

In Italia sono pochi gli specialisti che consigliano di intraprendere un percorso di VT. Ciò accade poichè spesso il VT è visto dall'optometrista stesso un percorso 'facoltativo' di cui pochi ne hanno davvero la necessità, il bisogno. Il ruolo dell'optometrista dovrebbe essere quello di spiegare lo scopo degli esercizi di VT al fine di motivare e di coinvolgere il soggetto, i migliori risultati si hanno quando il soggetto durante il trattamento si rende conto di cosa sta avvenendo e di come egli sia in grado di adattarsi alla situazione visiva proposta. Questo studio, descrivendo quali sono e come si comportano i muscoli oculari, vuole sensibilizzare quanto più sia possibile il lettore e l'optometrista.

Gli occhi hanno bisogno di allenamento per poter svolgere la propria attività visiva quotidiana, inoltre, in questo elaborato di tesi si deduce di come sia utile effettuare esami visivi approfonditi non solo quando ci si accorge di averne la necessità per un disturbo della vista, ma anche in situazioni di benessere visivo in modo da migliorarla e potenziarla sempre di più.

Bibliografia

- Frederic H. Martini, Edwin F. Bartholomew – Elementi di Anatomia Istologia e fisiologia dell'uomo – EdiSES.
- Simone De Felice – Rieducazione visiva e optometrica.
- Fabrizio Zeri, Anto Rossetti, Alessandro Fossetti – Ottica Visuale – SEU.
- Robert A. Kraskin - Il visual training in azione.
- Robert B. Sanet O.D, F.C.O.V.D - Il trattamento Optometrico dei problemi visivi funzionali.
- Dispense del corso di “Optometria Avanzata” del professore S. Abys Università Federico II.
- Anto Rossetti, Pietro Gheller – Manuale di Optometria e Contattologia.
- Gianpaolo Paliaga - I vizi di refrazione Minerva Medica.
- Dispense corso “Tecniche fisiche per l'optometria I,II,III” del prof. Paolo Carelli Università Federico II.
- Manuale Pratico per l'esecuzione di un esame visivo. Dal semplice “controllo” alla procedura dei “21 punti”. Andrea Maiocchi.
- Quaderni di Ottica e Optometria. Pratica della refrazione. ESSILOR ACADEMY EUROPE.
- Quaderni di Oftalmologia, La Riabilitazione Visiva – SOI, Società Oftalmologica Italiana.
- Citologia e Istologia funzionale – A. Calligaro, R. Colombo, Anto De Pol, L. Guidotti, Nadir Maraldi, R. Millo, P. Narducci, R. Rana, L. Roncali, G. Sica, V. Tessitore e F. Urzì EDI.ERMES

Sitografia

- <https://www.grandvision.it/cura-degli-occhi/visual-training>
- <https://www.milanottica.it/che-cose-il-visual-training/>
- <https://m.my-personaltrainer.it/salute/ginnastica-oculare.html>
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Rachide_\(anatomia\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Rachide_(anatomia))

- <https://medicinaonline.co/2017/02/10/i-muscoli-che-controllano-i-movimenti-degli-occhi/>
- <https://www.otticacampagnacci.com/eyes/anatomia/app-muscolare-estrinseco/>
- <https://www.medicinapertutti.it/argomento/apparato-motore-dellochio-o-bulbo-oculare/>
- <https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/34253942>
- <https://docplayer.it/9483712-5-la-visione-binoculare.html>
- <https://digilander.libero.it/ortottica1969/Terminologia/Visione%20Binoculare.htm>
- https://www.seevividly.com/info/Lazy_Eye_Treatments/Eye_Exercises/Pencil_Pushups
- https://www.advancedvisiontherapycenter.com/about/blog/e_1038/Signs-of-a-Vision-Problem/2017/12/Vision-Therapy-vs-Pencil-Pushups
- <https://www.bernell.com/product/E-SFIX/152>
- <https://www.youtube.com/watch?v=GMPWDuCcN6M>
- <https://sp.depositphotos.com/stock-photos/balanceboard.html?filter=all&qview=182765458>
- http://tesi.cab.unipd.it/52882/1/Greco_Riccardo.pdf
- <https://www.sinapsi.org/wordpress/2013/11/16/un-ausilio-per-la-dislessia-il-tachistoscopio/>
- <https://www.decorarconarte.com/it/p/stereoscopio-12x15x37cm/>
- <https://www.worthpoint.com/worthopedia/rare-antique-keystone-tel-eye-trainer-optical>
- <http://www.hcifitness.com/Omni-Trainer-Therapeutic-Movement-Device-for-Stroke-Recovery>

<https://leccezionale.it/2014/08/23/macchina-perfetta-tutti-i-neri-corpo-umano/#:~:text=Il%20corpo%20umano%20funziona%20esattamente,non%20%C3%A8%20che%20la%20vita>

Ringraziamenti

In questo percorso, non facile e con non pochi ostacoli, mi ritrovo dopo tanto a fare una riflessione in queste poche righe di tutto ciò che è stata per me questa avventura. Non finirò mai di ringraziare tutte le persone che mi son state vicine e mi hanno supportato e sopportato con tanta pazienza, sicuramente non è stato facile nemmeno per loro aiutarmi, ma la determinazione e la caparbità che mi hanno sempre accompagnato durante questo percorso non mi hanno mai abbandonate, fortunatamente.

Inizio con il ringraziare il mio relatore, il prof. Aniello Reccia. Grazie per esser stato comprensivo e disponibile nei miei confronti soprattutto durante questo periodo di tesi e ringrazio Massimo Bellomunno che mi è stato vicino e mi ha aiutato nella stesura di questo elaborato, trasmettendomi la passione che condividiamo per il nostro corso di laurea.

Ringrazio infinitamente il progetto SINAPSI, in particolare la Dtt.ssa Liccardo che mi ha seguita dall'inizio del mio percorso universitario come una mamma aiutandomi non solo materialmente con un progetto che mi ha permesso di raggiungere le aule dove seguivo o i laboratori, ma anche moralmente poichè quando si son presentate delle difficoltà o delle problematiche, è stata sempre pronta ad aiutarmi per trovare una soluzione. In questo progetto ci sono stati tanti volontari che mi hanno accompagnato e\o che son stati con me durante gli esami ma, in particolare, vorrei ringraziare Silvia, è stata la prima ragazza che mi ha aiutato e non dimenticherò mai la sua dolcezza e premura nei miei confronti, Stefania, Francesca, Angela, Gina, Bianca, che per me è stata una bellissima persona che mi ha soccorso in un periodo decisamente particolare, e infine Ilaria che mi ha aiutato in quest'ultimo periodo per riuscire a raggiungere il laboratorio del tirocinio e grazie anche a lei son riuscita in quest'ultimo sforzo.

Ringrazio le mie colleghe del corso di studi, Anna, Luisa e Rossella che nonostante la mia diffidenza e il mio carattere a volte ermetico sono sempre state pazienti con me e sempre pronte a darmi sostegno e aiuto. Grazie per tutto quello che avete fatto per me, non lo dimenticherò mai.

Ringrazio in particolare, la mia prima vera coinquilina Alessia, mi ha conosciuta quando ero una matricola spaesata e inesperta in questa 'giungla' e mi ha guidato e sostenuto come una mammina apprensiva, riusciva a rendere la lontananza da casa e la paura e l'ansia di non farcela da sola, dei pensieri che riuscivo poi a far scomparire.

Ringrazio i miei coinquilini Giulio e Valeria che sono stati per me un'altra dimostrazione che posso fidarmi di più delle persone che incontro, e insieme a loro devo un ringraziamento speciale ai coinquilini del mio ragazzo, Ciro, Luca e Matteo. Anche loro mi hanno donato delle risate e una spensieratezza che non credevo di poter provare lontana da casa.

Ringrazio i miei amici e le mie amiche di sempre che nonostante la lontananza e nonostante la mia assenza dovuta agli studi non mi hanno mai abbandonata e mi hanno sempre sostenuta anche da lontano. Ringrazio tutti, gli amici del liceo che son cresciuti con me e hanno visto la Marika adolescente diventare la donna che sono oggi e in particolare Raffaella che nonostante i litigi ci siam sempre ritrovate e mai perse,

ringrazio Matilde, la mia amica storica che mi sopporta fin dall'infanzia e ringrazio gli amici conosciuti in questi anni che hanno sempre avuto un sorriso nei miei confronti. Ringrazio il mio dottore Filippelli che mi ha sempre ascoltata e guidata in questo percorso universitario ed è stato il mio più grande 'fan' e sono contenta di esser riuscita a renderlo orgoglioso e fiero di me.

Ringrazio la mia incasinata famiglia, siamo davvero una famiglia caotica con tanti ostacoli da superare ma lo facciamo sempre insieme e senza mai arrenderci. Ringrazio mia madre, una donna che, anche se non lo crede, dimostra davvero tanta forza nonostante le sue mille ansie e mille paure. Ringrazio mio padre che nonostante tutti i disagi era sempre lì a Napoli per me. Ringrazio i miei zii, o meglio zio 'totore' che mi ha cresciuta insieme ai miei genitori e i miei nonni e anche se spesso come suo solito, faceva il burlone per prendermi in giro, in realtà mi ha sempre aiutato anche lui. Ringrazio i miei nonni ed in particolare nonna che era sempre ansiosa quando dovevo 'partire' per Napoli, anche se alla fine stavo via sempre solo pochi giorni, per poi tornare a casa il fine settimana. E adesso voglio ringraziare con tutto il cuore e il mio affetto la mia sorellina Debora, la mia sorellina che senza rendersene mai conto è stata un grandissimo motivo per me per continuare questo percorso, per non mollare e per non arrendermi. Lei che crede di non far mai niente ma, in realtà, ha fatto molto più di chiunque altro. Tutto ciò che desideravo fare lo facevo non solo per me stessa ma soprattutto per lei, perché per me è importante sapere che può sempre contare su di me perché posso e voglio, sempre.

E finalmente i ringraziamenti più attesi, ringrazio il mio primo e unico vero amore, Nicola Sangiovanni. Grazie a lui non ho mai smesso di migliorarmi, non mi son mai accontentata e solo grazie al suo supporto e aiuto son riuscita a superare ostacoli che mi sembravano insormontabili. Grazie per avermi sempre aiutato e di esserci sempre per me, per noi. In questo percorso siamo cresciuti insieme, abbiamo vissuto tante esperienze simili, ci siamo sempre supportati a vicenda e compresi. Finalmente posso dire che questo traguardo lo abbiamo raggiunto, sì 'abbiamo' perché un po' credo sia anche tuo per tutto quello che hai fatto per me. Adesso attendo con entusiasmo quello che la vita ci riserverà per il nostro futuro insieme.

Infine, ringrazio me stessa per non essermi mai arresa, per non aver mai scelto la strada 'facile' ed essermi sempre messa alla prova. Nonostante questo percorso universitario sia stato irto di ostacoli da superare e da affrontare non mi son mai lasciata offuscare da pensieri negativi ma ho sempre trovato la forza per superarli. Nessuno si aspettava o dava per scontato che dopo la malattia riuscissi a intraprendere un così duro percorso e addirittura concluderlo. Ma, fortunatamente, la grande fiducia in me stessa mi ha aiutato, ed è stato l'insegnamento più importante che mi ha trasmesso l'Università: non bisogna mai smettere di credere in sé stessi!