



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Fisica e Astronomia 'Galileo Galilei'

Corso di laurea in Ottica e Optometria

TESI DI LAUREA

*La valutazione dei parametri della visione binoculare e la loro influenza sulla velocità di lettura.*

Relatore: *Prof. Anto Rossetti*

Laureanda: *Bosco Martina*

Matricola: 1072601

Anno accademico 2016-2017



# INDICE

I INTRODUZIONE.....	1
---------------------	---

## CAPITOLO PRIMO: INTRODUZIONE ALLO SCREENING

1.1 La visione binoculare.....	3
1.1.1 La stereopsi.....	3
1.1.2 Le deviazioni: eteroforie e eterotropie.....	6
1.2 I movimenti oculari e la lettura.....	9
1.4 Influenze sulla lettura.....	11

## CAPITOLO SECONDO: MATERIALI E METODI

2.1 Lo scopo.....	17
2.2 I soggetti.....	17
2.3 Il protocollo.....	18
2.4 I test utilizzati.....	19
2.5 Procedura di esecuzione dei test.....	24

## CAPITOLO TERZO: RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1 I soggetti miopi.....	34
3.2 I soggetti ipermetropi latenti.....	35
3.3 La stereopsi.....	38
3.4 Le forie.....	40
3.5 La stereopsi e le forie.....	42

II CONCLUSIONI.....	47
III APPENDICI.....	49
IV BIBLIOGRAFIA.....	51
V RINGRAZIAMENTI.....	54

# I INTRODUZIONE

La lettura è uno dei compiti più difficoltosi che il bambino deve affrontare. È un'abilità complessa, che comporta l'integrazione delle capacità visive e cognitive necessarie per poter correttamente effettuare la conversione segno-suono e quindi decodificare e comprendere il testo<sup>1</sup>.

La lettura è decodificazione e interpretazione<sup>2</sup>: anche le svariate e complesse interazioni che l'uomo continuamente instaura con il mondo circostante possono essere ricondotte ad un complesso processo di decodifica e di interpretazione, cioè un'attività cognitiva molto simile a un compito di lettura.

Lettura significa anche attribuzione di significato<sup>2</sup>: non si limita alla decodifica dei segni grafici convenzionali, ma si realizza attraverso complessi processi che conducono rapidamente alla traduzione di tali segni in significati.

La lettura di un testo è quindi la traduzione di un codice<sup>1</sup>: il lettore traduce le più piccole unità di scrittura, i grafemi, nelle più piccole unità di suono, i fonemi.

L'abilità di lettura è legata all'età dell'osservatore, alla sua scolarità e all'efficienza del suo sistema visivo e cognitivo. Per quanto riguarda l'ambito optometrico di fondamentale importanza per le abilità di lettura sono: l'accomodazione, la binocularità e il controllo oculomotorio, soprattutto nella fase in cui il bambino legge per apprendere (dopo gli 8 anni), diversamente dal periodo precedente in cui il bambino apprende a leggere<sup>2</sup>.

Quello che si andrà a trattare durante questo studio è come alcuni parametri della binocularità influiscano sulla performance di lettura. Ci si soffermerà, dunque, su alcuni aspetti della visione binoculare e su come il nostro sistema visivo si comporta durante questa pratica.

Ai fini dello studio ci si è serviti del King-Devick Saccadic test, utilizzato per la valutazione dei movimenti saccadici, indispensabili durante la lettura.

Esso quindi è risultato valido anche per la valutazione delle abilità di lettura; uno studio condotto da Leong et al., infatti, afferma che allenando i movimenti saccadici

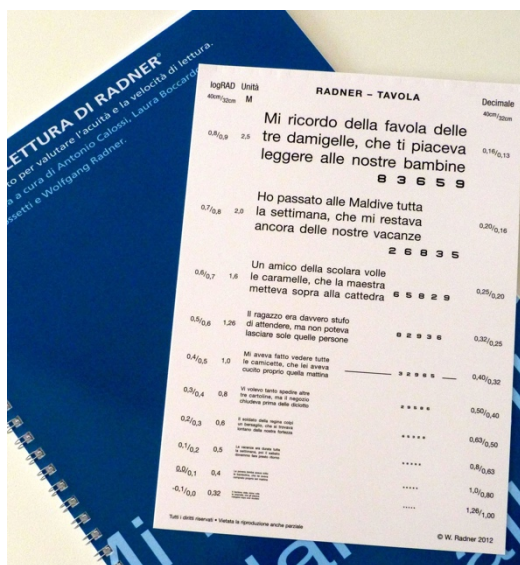
degli occhi, attraverso l'utilizzo del King-Devick test, si ottiene un significativo miglioramento della fluidità di lettura. Sono stati sottoposti a questo studio un gruppo di studenti della scuola elementare a cui è stato somministrato il test 20 minuti al giorno, 3 giorni alla settimana per 6 settimane<sup>30</sup>.

Un altro studio<sup>31</sup>, dove è stata valutata la convergenza di 66 bambini di età compresa tra gli 8 e i 10 anni, sostiene che esiste una correlazione tra la convergenza misurata a ciascuno e il punteggio ottenuto utilizzando il DEM, un test simile al King-Devick che valuta anch'esso la velocità e la precisione dei movimenti saccadici durante la pratica della lettura.

Inizialmente la qualità di lettura doveva essere valutata in termini di velocità attraverso il test della Tavole di lettura di Radner (Radner reading chart), ma per questioni legate al tempo si è deciso di utilizzare il King-Devick test.

Il Radner è un test standardizzato che si basa sul principio degli 'ottotipi a frasi' con dimensioni dei caratteri che decrescono con una progressione logaritmica.

È un test già in uso in diverse lingue nel resto del mondo, per valutare l'acuità prossimale e, appunto, la velocità di lettura. Il soggetto, tenendo in mano egli stesso il test, è invitato a leggere le frasi della tavola in ordine, scoprendole una alla volta a gruppi di tre righe, a voce alta e senza correggere eventuali errori, alla sua normale velocità. Si cronometra la procedura, registrando il tempo di lettura di ogni frase, fino al raggiungimento della frase corrispondente alla sua acuità prossimale.



**Fig. I: Tavole di Lettura di Radner.**  
([www.esavision.it/it/news/2013/37-le-tavole-di-radner-ottotipo-per-vicino](http://www.esavision.it/it/news/2013/37-le-tavole-di-radner-ottotipo-per-vicino))

# CAPITOLO PRIMO

## INTRODUZIONE ALLO SCREENING

### 1.1 LA VISIONE BINOCULARE

Uno dei più alti gradi di specializzazione raggiunti dagli essere viventi nel loro percorso evolutivo è rappresentato dalla capacità di utilizzare cerebralmente le immagini fornite da entrambi gli occhi per produrne, infine, una unica di grado superiore. Tale capacità, ovvero la binocularità, è una caratteristica peculiare dei grandi primati e specificatamente dell'uomo.

Durante la visione binoculare si presentano vari fenomeni; 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<sup>3</sup>. Egli riconosce tre fasi, che nella parte clinica vengono denominati i tre gradi della binocularità:

- la percezione simultanea: capacità di percepire contemporaneamente le immagini dei due occhi (con la variante della sovrapposizione);
- la fusione: grazie all'attività dell'apparato muscolare serve ad allineare gli assi visivi in modo da far cadere le immagini su aree retiniche corrispondenti; permettendo così, a livello psichico, di ricavare una singola rappresentazione;
- la stereopsi: percezione della profondità ricavata grazie alla disparità retinica orizzontale tra le due immagini di uno stesso oggetto.

Ai fini del nostro studio si approfondisce il terzo grado della percezione binoculare.

#### 1.1.1 LA STEREOPSI

Da un punto di vista teorico, definire la stereopsi come 'terzo grado della binocularità' può essere ingannevole, poiché essa è considerata l'apice delle capacità fusionali. La stereopsi è il supremo arbitro di tutto l'insieme di funzioni del sistema oculomotorio. È all'apice dei meccanismi refrattivi, oculomotori e binoculari<sup>4</sup>. Un certo grado di stereopsi grossolana è comunque presente in condizioni diplopiche, quando la fusione centrale è assente; ma dal punto di vista

clinico è corretto definirla come ‘terzo grado della percezione binoculare’, anche se nell’attività clinica si valutano le minime disparità angolari, che si rilevano solo se la binocularità è eccellente<sup>4</sup>.

### Definizione:

Poiché gli occhi sono posizionati nello spazio in modo differente lungo una loro linea orizzontale, le immagini retiniche di uno stesso oggetto risultano leggermente differenti; perciò, in condizioni fisiologiche esiste una disparità retinica orizzontale tra le due immagini. Tuttavia, le due immagini vengono fuse in una e, inoltre, la psiche sfrutta tale disparità per trarre l’informazione relativa alla profondità e alla posizione spaziale dell’oggetto<sup>3</sup>: questo principio è stato enunciato da Wheatstone nel 1838 quando inventò lo stereoscopio.

Tale capacità percettiva è detta stereopsi (o stereoacuità) e, per immagini piccole, è possibile le immagini si trovino nell’area di Panum, ovvero l’area di singola visione binoculare (Peter Ludvig Panum 1820-1885). Uno spostamento verticale non produce alcun effetto stereoscopico.

Dunque, nessuna figura vista da un solo occhio possiede profondità; ma ciascun occhio fornisce parte di stimolo, che, elaborata dal sistema visivo, produce a sua volta la percezione tridimensionale dello spazio.

Il senso stereoscopico si realizza a livello della corteccia striata e a livelli corticali ancor più elevati; è stata riscontrata la presenza di neuroni sensibili alla disparità retinica in tutta la via magnocellulare e, più nello specifico, in V<sub>1</sub>, in V<sub>5</sub> e nelle strisce spesse di V<sub>2</sub>.<sup>6</sup>

Una normale visione stereoscopica, per essere raggiunta, deve infatti necessariamente basarsi su un’adeguata qualità anatomo-funzionale (di ordine ottico-refrattivo, neurale e motorio) di entrambi gli occhi<sup>3</sup>.

Un’acutezza stereoscopica  $\leq 60$  secondi d’arco è nella norma, mentre 15-30 secondi d’arco rappresentano un valore clinicamente eccellente<sup>5</sup>.

La capacità stereoscopica ha inizio più precocemente nelle femmine che nei maschi. Si affina poche settimane dopo la nascita grazie ai riflessi posturali di fissazione, accomodazione, di convergenza, e allo sviluppo del riflesso di fusione<sup>7</sup>. Essa si



completa attorno ai 6-8 anni, quando può essere ormai considerata pari a quella di una persona adulta<sup>7,3</sup>.

L'indagine del senso stereoscopico, essendo una funzione raffinata e di alto livello, può evidenziare una binocularità inadeguata, che è opportuno approfondire in modo specifico attraverso un esame visivo completo. A volte i test della stereopsi evidenziano problemi di soppressione centrale (talvolta la soppressione è anche intermittente, Hussey, 1990) in persone, spesso di giovane età, che non lamentano disturbi specifici; ciò può essere causato da alcuni fattori, che solo un attento esame optometrico è in grado di evidenziare: forie elevate verticali e/o orizzontali, anisometropia, astigmatismo irregolare. Essi possono provocare un significativo abbassamento della stereoaacutezza e indurre anomalie della visione binoculare<sup>8</sup>.

Dunque, affinché la stereopsi sia presente ci devono essere dei prerequisiti, ovvero una buona acutezza visiva in entrambi gli occhi, una sovrapposizione dei campi visivi, la presenza di movimenti oculari coordinati e coniugati e la semi-decussazione delle fibre visive afferenti<sup>17</sup>.

Nella pratica clinica optometrica si distinguono due tipi di stereopsi:

- Stereopsi locale;
- stereopsi globale.

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

La seconda richiede una maggior raffinatezza e sviluppo dell'attività stereoscopica: le mire sono prive di riconoscibilità monoculare; 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. I test più utilizzati sono da vicino, richiedono un'illuminazione molto buona e la compensazione refrattiva dell'eventuale presbiopia o di ametropie che possano penalizzare la visione prossimale.

Quando si rilevano valori di stereopsi non buoni, significa che potrebbero esserci alcuni problemi nei processi accomodativi o nei sistemi di vergenza; oppure nelle

vie di trasduzione e elaborazione delle vie visive. Alcuni dei più fattori più rilevanti, secondo Saladin, che influenzano la stereopsi, degradandola, sono:

- lo strabismo; in base al valore dell'angolo di strabismo si possono registrare valori di stereocucità differenti: se l'angolo è maggiore di 10 diottrie prismatiche non è presente capacità stereoscopica; se l'angolo è minore di 10 diottrie prismatiche ( $\Delta$ ) può essere rilevato un certo grado di stereopsi grossolana<sup>4</sup>.
- Una ridotta acuità visiva: nei soggetti ambliopi, anisotropi e strabici, specialmente una differenza tra i due occhi<sup>4</sup>;
- L'età: dopo i 60 anni si va incontro ad una riduzione di stereocucità a causa dell'opacità dei mezzi<sup>4</sup>.
- La soppressione<sup>4</sup>;

Ai fini dello studio è importante soffermarsi principalmente sugli effetti che l'eteroforia ha sulla stereopsi. In un altro studio, sempre condotto da Saladin<sup>11,4</sup> e più recente rispetto il precedente si è arrivati a tali conclusioni:

- Moderati valori di exoforia (da 1 a 7 diottrie prismatiche) non hanno effetti sulla stereocucità; considerando che il sistema oculomotorio del soggetto funziona correttamente.
- Bassi valori di esoforia (in un range di 2-3 diottrie prismatiche) e più bassi valori di foria verticale ( $1 \pm 0,5\Delta$ ) hanno un effetto visibile sulla stereopsi, sempre considerando che il sistema oculomotorio sia intatto.
- I differenti effetti dell'eteroforia sulla stereopsi dipendono dalla forza del meccanismo di vergenza e in base alla relazione tra disparità di fissazione e stereopsi.

### 1.1.2 LE DEVIAZIONI: ETEROFORIE E ETEROTROPIE

Quando, senza un ulteriore intervento della componente sensoriale, si ottiene l'allineamento degli assi visivi sul punto di fissazione il sistema è definito ortoforico. Quando l'ortoforia non si presenta, ed è la norma, gli occhi presentano una deviazione che può essere:

- Latente: quando il centro fusionale ha capacità sufficienti a ripristinare l'ortoposizione. Pertanto, la deviazione viene mascherata e può essere misurata

solo sopprimendo l'attività della fusione sensoriale, con tecniche appropriate (dissociazione). Questo tipo di deviazioni costituisce il gruppo delle eteroforie.

- Manifesta: quando le riserve fusionali non sono sufficienti a compensare l'errore di allineamento. Pertanto l'attività fusionale si interrompe, si presenta diplopia, che solitamente è contrastata dalla soppressione e, infine, uno dei due occhi si pone in posizione deviata, mentre il controlaterale mantiene la fissazione. Questo tipo di deviazione costituisce la famiglia delle eterotropie o strabismi.

Le eteroforie possono essere suddivise in:

- Eteroforie di tipo statico: date dalla presenza di condizioni strutturali che determinano una mancanza di simmetria tra gli occhi (ad esempio: difformità tra le forme orbitarie o dei bulbi, differenze di lunghezza dei muscoli estrinseci, etc.).
- Eteroforie accomodative: date da valori fuori norma del rapporto sinergico tra accomodazione e convergenza, possibilmente complicate dalla presenza di ametropie non corrette.
- Eteroforie di tipo neurogeno: tutte le forme di mancanza di controllo dell'innervazione della muscolatura estrinseca che determinano un'alterazione della propriocettività (mantenere l'armonia dei movimenti in rapporto al mondo esterno anche ad occhi chiusi).

Dal punto di vista clinico le eteroforie si classificano nei seguenti gruppi:

*orizzontali:*

- Esoforia: condizione in cui gli occhi tendono a convergere su un punto più vicino dell'oggetto fissato;
- exoforia: condizione in cui gli occhi tendono a convergere in un punto più lontano dell'oggetto fissato.

*Verticali:*

- iperforia destra o ipoforia sinistra: l'occhio destro è deviato verso l'alto e il sinistro verso il basso;
- iperforia sinistra o ipoforia destra: l'occhio sinistro è ruotato verso l'alto e il destro verso il basso.

### *Torsionali*

- incicloforia: rotazione torsionale, lungo l'asse anteroposteriore, di entrambi gli occhi verso il naso;
- exocicloforia: rotazione torsionale, lungo l'asse anteroposteriore, di entrambi gli occhi verso le tempie.

Il gruppo di principale interesse è quello delle forie orizzontali, che sono quelle legate all'attività accomodativa; gli altri due gruppi non sono stati valutati in questo elaborato.

Tra le cause dell'eteroforia o della decompensazione dell'eteroforia, si hanno:

- cause ottiche: errori refrattivi non corretti (esoforia non compensata a causa di un'ipermetropia non corretta, exoforia non compensata a causa di una miopia non corretta); errori refrattivi sovra corretti o sotto corretti; errori di centratura che inducono effetti prismatici; anisometropia che rende la fusione difficoltosa<sup>12</sup>.
- Cause ambientali: aumento dell'attività oculare per cambiamenti lavorativi, scarsa illuminazione durante il lavoro da vicino, distanza troppo ravvicinata nel lavoro da vicino, etc<sup>12</sup>.
- Cause varie: traumi, utilizzo di droghe o alcohol, ansia e preoccupazione, etc<sup>12</sup>.

Per quanto riguarda la famiglia delle eterotropie non si andrà ad approfondire in modo dettagliato l'argomento, ma ci si limiterà ad una rapida classificazione e argomentazione inerente a come lo strabismo possa influire sulla lettura.

Gli strabismi più frequenti sono:

- Esotropia, ovvero uno strabismo convergente manifesto;
- exotropia, uno strabismo divergente manifesto.

Inoltre, è possibile fare un'ulteriore differenziazione in base al comportamento dell'angolo di deviazione. Quando quest'ultimo varia al variare della posizione di sguardo, lo strabismo è definito incomitante. Mentre se l'angolo rimane costante si parla di strabismo concomitante.

Ancora, quando la deviazione risulta sempre a carico dello stesso occhio lo strabismo è definito monolaterale; se, invece, la fissazione avviene indifferentemente con l'uno o l'altro occhio lo strabismo è detto alternante

essenziale. Mentre se nell'alternanza rimane più volte deviato uno stesso occhio: alternante preferenziale.

Infine, nei casi di eteroforia compensata con difficoltà, in condizione legate allo stress o a particolari posizioni di sguardo, la deviazione può diventare manifesta e si parla di strabismo intermittente o foria-tropia.

## 1.2 I MOVIMENTI OCULARI E LA LETTURA

Fra le proposte di revisione della classificazione dei movimenti oculari, merita attenzione quella di Steinman, Kowler e Collewyn (1990)<sup>13</sup>. Questi autori presentano una serie di riflessioni che culminano nella convinzione che l'esigenza analitica di parcellizzare il comportamento oculomotorio in molti sottosistemi di controllo, rischia di trascurare le funzioni dell'occhio mobile, per le quali più tipi di movimenti oculari cooperano. È oggi più corretto, infatti, ammettere l'esistenza di due soli sottosistemi oculomotori: uno per i movimenti lenti, l'altro per i movimenti rapidi saccadici.

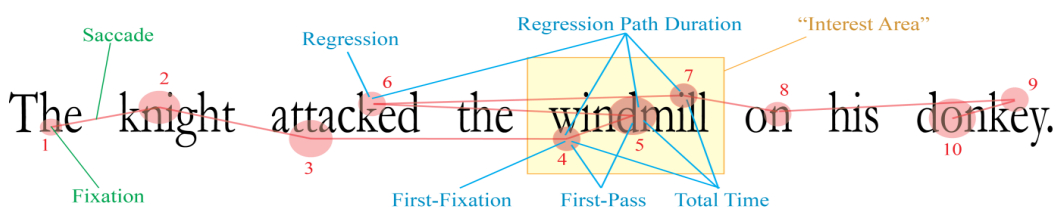
Alla base della lettura ci sono senza dubbio i movimenti saccadici di fissazione (movimenti molto rapidi tra un punto di fissazione e un altro).

Sono movimenti binoculari, detti coniugati o versioni, in quanto sincroni nella stessa direzione e finalizzati alla foveazione, ovvero la messa a fuoco dell'oggetto osservato in fovea<sup>14</sup>. I movimenti saccadici sono alternati a pause di fissazione, cioè momenti nei quali gli occhi rimangono fermi<sup>15</sup>.

Durante i movimenti saccadici, data la velocità con cui vengono compiuti (10-20 msec) non è possibile trarre alcuna informazione dal testo; durante le pause di fissazione invece il lettore acquisisce i dati grafici e li elabora. Le pause di fissazione possono avere una durata variabile, in un lettore esperto si attestano attorno a 200-250 msec con fluttuazioni legate al livello di competenza del soggetto e alla difficoltà del testo<sup>16</sup>.

I movimenti saccadici utilizzati durante la lettura sono di tre tipi: progressivi, regressivi e di ritorno. I primi vanno da sinistra a destra (per gli alfabeti occidentali) e sono molto veloci: in 20 msec gli occhi compiono un movimento di 3 gradi, con una velocità angolare media di circa 150 gradi al secondo. I movimenti regressivi vanno nella direzione opposta; sono più rari, meno ampi e aumentano in relazione

alle difficoltà di elaborazione del testo. Essi sono più frequenti nei lettori poco esperti o nel corso di letture più complesse. I movimenti di ritorno sono quelli che gli occhi compiono al termine della riga per passare a quella successiva (a capo); hanno una durata di circa 65 msec.



**Fig. 1.2: Esempio di tracciato delle fissazioni e delle saccadi su un testo; la grandezza dei cerchi è proporzionale al tempo di fissazione.**  
*([proswrite.com/2013/06/29/want-satisfied-workplace-readers](http://proswrite.com/2013/06/29/want-satisfied-workplace-readers))*

Il progredire dell'età e l'aumento della competenza inducono significative modificazioni delle modalità di lettura. In una ricerca condotta su 12.143 giovani lettori<sup>17</sup> è stato evidenziato come, con il progredire dell'età del lettore, alcuni indici cambino mentre altri rimangano quasi immutati.

Lo studio, infatti rivela che i bambini che stanno imparando a leggere compiono 3 fissazioni al secondo, mentre gli studenti universitari ne utilizzano circa 4: una differenza minima se si considera l'abisso esistente tra uno studente universitario e un bambino di 6 anni. Diversa è invece la differenza nel numero delle fissazioni: ai lettori più giovani un brano di 100 parole richiede 183 fissazioni; questo valore decresce progressivamente finché, a livello universitario, le fissazioni necessarie per un brano di 100 parole divengono solo 75. Una migliore efficacia nella lettura appare quindi correlata alla maggior quantità di informazioni raccolte ed elaborate ad ogni fissazione, più che alla loro frequenza nell'unità di tempo.

Inoltre, con il crescere dell'età si ha una notevole diminuzione del numero dei movimenti saccadici regressivi.

Recenti ricerche<sup>1</sup> evidenziano che i bambini normolettori, alle prese con un testo di difficoltà adeguata al proprio livello di istruzione, mostrano movimenti oculari saccadici più regolari e meno numerosi rispetto ai bambini con DSA della medesima età e dotati di simili capacità visive e cognitive: i bambini con DSA

hanno movimenti oculari saccadici meno regolari e compiono fissazioni temporalmente più lunghe, evidenziando così tempi di lettura più elevati.

La qualità della lettura viene espressa dalla sua velocità, che evidenzia efficacia e competenza. È anche funzione dell'accuratezza (assenza di errori, inversioni, omissioni... ) e della comprensione, ovvero della capacità di estrarre un significato adeguato dal testo letto<sup>16</sup>.

### 1.3 INFLUENZE SULLA LETTURA

In primis è di fondamentale importanza evidenziare che in questo paragrafo si tratteranno le difficoltà di lettura in correlazione alle problematiche di ambito optometrico e, dunque, si esamineranno gli aspetti visivi che possono influenzare o meno le performances di lettura.

Scheiman nel suo libro<sup>18</sup> fa due grandi distinzioni sui soggetti che presentano problemi di lettura. La prima categoria è costituita da coloro che non presentano sintomi di affaticamento, ovvero i ragazzi che riescono a lavorare diligentemente per ore, ma non sembrano capire ciò che stanno leggendo. Il ragazzo scandisce bene le parole, ma non riesce a definirle nel suo significato: nello spiegare quanto ha appena letto ripete le stesse parole senza utilizzare sinonimi o frasi alternative nonostante il meccanismo di lettura sembri intatto. In questo caso non c'è alcuna correlazione tra fattori visuali e difficoltà di lettura<sup>18</sup>.

La seconda categoria di ragazzi è rappresentata da soggetti che presentano anch'essi 'problemi di lettura' e che le maestre sostengono siano dotati di scarsa comprensione. In questo caso il soggetto riesce a recepire il significato di ciascuna parola, ma mostra una scarsa efficienza nello svolgimento di lunghi compiti. I ragazzi che appartengono a questa categoria, spesso, omettono le parole, leggono più volte la stessa riga oppure saltano righe. Essi, generalmente, preferiscono che qualcuno legga a loro i testi piuttosto di doverli leggere da soli. Questi soggetti riescono a definire le parole, riescono a trovare sinonimi e sono dotati di una buona comprensione per tutto ciò che ascoltano; il problema, tuttavia, sussiste quando devono leggere molte pagine di un testo ed è infatti a questo punto che iniziano a mostrare problemi di comprensione. Questo secondo gruppo ha bisogno di un intervento optometrico<sup>18</sup>.

Anche Simons<sup>19</sup>, parlando di influenze sulla lettura definisce due tipi di interferenze: la prima, chiamata interferenza percettiva, la seconda interferenza funzionale. L'interferenza percettiva implica la rottura dell'aspetto percettivo nel processo di lettura: racchiude il riconoscimento e l'identificazione delle lettere e delle parole o della sequenza di parole. Tuttavia, in questa situazione la lettura risulta debole e difficoltosa in quanto il soggetto non riesce a comprendere quanto scritto poiché non ne percepisce i caratteri e, dunque, neanche il senso. Egli sostiene che questo tipo di problema possa essere causato da diplopia, episodi di annebbiamento o problemi oculomotori che influiscono negativamente sull'abilità di fissazione del lettore.

L'interferenza funzionale, invece non consiste nell'integrità del processo di lettura, ma nella presenza di anomalie di visione e di una sintomatologia legata ad un impegno visivo ravvicinato, rendendo comunque la lettura poco efficiente e alquanto difficoltosa. Il soggetto percepisce il significato delle parole e comprende il testo, ma lo sforzo richiesto è superiore alla norma. Questo implica un aumento dei movimenti di regressione e rifissazione, che a sua volta implica un aumento del tempo di lettura e, di conseguenza, una riduzione della velocità di lettura.

Tuttavia, Simons<sup>19</sup> afferma anche che il fattore più importante nel determinare se un'anomalia della visione può interferire con la lettura è la presenza di sintomi. Infatti, è dimostrato empiricamente che esiste una correlazione positiva tra sintomi e lettura: un'anomalia di visione, compensata fisiologicamente, ad esempio l'eteroforia, in assenza di sintomi non produrrà alcuna interferenza con la lettura; al contrario, invece, se un sintomo è presente, in base alla sua gravità influenzerà le performances di lettura.

I risultati di uno studio<sup>20</sup> sulla meta-analisi suggeriscono che esiste una correlazione tra alcune anomalie visive e le performances di lettura.

È stato rilevato che l'acuità visiva a distanza non ha alcuna influenza sulla lettura in quanto la lettura è un impegno che richiede la visione da vicino; L'ipermetropia, invece, sembra avere una certa relazione con le abilità di lettura; questa constatazione può essere dovuta al fatto che lo sforzo accomodativo richiesto per i compiti da vicino, nei soggetti ipermetropi, produce sintomi come l'annebbiamento intermittente delle parole, lo slittamento delle lettere che sembrano muoversi, mal



di testa, affaticamento. Questi sintomi andranno senz'altro ad influire negativamente sulla lettura.

Anche la miopia sembra avere influenze sulla lettura<sup>20</sup>, ma positive; infatti lo sforzo accomodativo dei ragazzi miopi è minore rispetto ad un soggetto ipermetrope o emmetrope; questo implica che i soggetti miopi risultano più 'adatti' ai compiti ravvicinati come la lettura.

L'anisometropia e l'aneisiconia provocano una diminuzione delle abilità di lettura. Per quanto riguarda la visione binoculare<sup>20</sup>:

- L'exoforia da vicino e le forie verticali mostrano una relazione negativa con le abilità di lettura: questo potrebbe essere dovuto al fatto che viene richiesta molta energia fusionale per mantenere una visione binoculare singola durante la lettura.
- L'esoforia da vicino, statisticamente parlando, non mostra alcuna relazione negativa con le abilità di lettura: questo perché nell'attività da vicino è più facile e meno faticoso mantenere la convergenza piuttosto che la divergenza.
- Le forie da lontano non influiscono nelle performances di lettura; quest'ultima infatti è un'attività a distanza ravvicinata.
- Lo strabismo non sembra influenzare in modo negativo le capacità di lettura. Questo risultato sembra inaspettato in quanto lo strabismo costante, solitamente, implica soppressione e visione monoculare. Si ha quindi un crollo della visione binoculare che dovrebbe causare un peggioramento delle abilità di lettura. Tuttavia, l'autore afferma che probabilmente questo risultato insolito è dovuto al fatto che nello studio non si è riusciti a distinguere lo strabismo intermittente (con brevi o addirittura assenti soppressioni) da quello costante, caratterizzato da una soppressione permanente.
- La stereopsi non sembra avere alcuna correlazione con le abilità di lettura.

Un altro studio, invece, sostiene che esiste una correlazione tra soggetti che presentano una stereopsi maggiore di 100 secondi d'arco (misurata con il Randot) e difficoltà di lettura. I soggetti esaminati, in questo caso, sono ragazzi che hanno un'età media di 7 anni<sup>25</sup>.

Secondo Scheiman<sup>18</sup> l'accomodazione sembra giocare un ruolo importante se associata alle abilità di lettura: se un ragazzo legge bene le prime due o tre pagine

e poi mostra un crollo delle capacità di lettura significa che è presente una disfunzione accomodativa. Solitamente i problemi legati all'accomodazioni provocano sintomi come mal di testa durante il lavoro ravvicinato.

Per quanto riguarda i problemi legati alla visione binoculare essi provocano, invece, astenopia, diplopia (occasionalmente) ed un abbassamento dell'efficienza di lettura. I parametri della visione binoculare che sembrano influenzare negativamente le capacità di lettura sono<sup>18</sup>:

- alta exoforia da vicino;
- insufficienza di convergenza: i soggetti che mostrano questa disfunzione comprendono quanto letto solo se la lettura avviene in modo molto lento o se rileggono due volte la stessa riga;
- difficoltà di fusione: nei casi in cui le forie sono alte e il soggetto non riesce a compensarle fisiologicamente si mostra un deficit nella lettura; solitamente problemi di questo tipo provocano sintomi astenopeici simili a quelli di disfunzioni accomodative (mal di testa), ma con insorgenza più tardiva.

Anche secondo Scheiman<sup>18</sup> lo strabismo non comporta alcuna correlazione negativa con la lettura, poiché la visione binoculare non è presente. Infatti, è possibile ottenere una buona lettura anche con l'utilizzo di un solo occhio e dunque in visione monoculare. Il problema sussiste solo quando ci sono incongruenze nell'input binoculare, e non è il caso dello strabismo.

Anche Hussey<sup>22</sup> supporta tale affermazione: egli sostiene che la soppressione intermittente centrale, essendo, appunto, una perdita intermittente ('on' and 'off') di sensazione visiva nell'area centrale, crea confusione visiva e instabilità, compromettendo le abilità di lettura. Durante la soppressione l'immagine di un occhio scompare per alcuni secondi e i soggetti manifestano errori di vergenza. Non appena la visione binoculare viene recuperata si genera confusione visiva affinché il sistema visivo è in grado di recuperare la binocularità. Il mondo visivo dei soggetti con soppressione intermittente (dovuta a strabismi) è instabile e confuso. In questo caso la visione monoculare garantisce un miglior approccio alla pratica della lettura.

## CAPITOLO SECONDO

### MATERIALI E METODO

Prima di iniziare a descrivere lo screening è utile precisare in cosa esso consista. Nel 1957 The United States Commission of Chronic Illness ha definito gli screening come<sup>24</sup>:

*“l’identificazione precoce di una malattia o difetto non diagnosticato grazie all’applicazione di test, esami o altre procedure che possono essere applicate rapidamente. Gli screening devono differenziare le persone che apparentemente stanno bene e che probabilmente hanno una malattia, da quelle sane.*

*Gli screening non hanno l’intento di essere diagnostici. Persone che risultano essere positive o sospettate di esserlo, devono essere inviate al medico per la diagnosi e se necessario il trattamento.”*

Gli screening riguardanti i difetti visivi sono una pratica diffusa in tutto il mondo. Non esistono linee guida generali, ma ogni autorità sanitaria locale ha applicato soluzioni diverse. Anche in Italia non esistono veri e propri screening visivi condotti su vasta scala, se si fa eccezione per le analisi svolte dai pediatri.

Attualmente non ci sono dati Istat relativi alle problematiche visive, ma alcune ricerche americane<sup>24</sup> riportano una serie di dati sull’argomento. Uno studio condotto tra il 1979 e il 1980 evidenzia come il 31% di bambini tra i 6 e i 16 anni hanno ricevuto un esame completo, mentre sotto i 6 anni solo il 14%. In un altro studio di 5851 bambini tra i 9 e i 15 anni, circa il 20% risultava aver bisogno di occhiali, ma solo il 10% di questo gruppo li aveva. Da questo si deduce che gli screening optometrici non sono una pratica molto conosciuta.

Una più recente revisione della letteratura ha trovato questa distribuzione:

<b>Tipo di problema</b>	<b>6 mesi e 5 anni 11 mesi</b>	<b>6 e 18 anni</b>
Ipermetropia	33%	23%
Astigmatismo	22.5%	22.5%
Miopia	9.4%	20.2%
Anomalie binoculari non strabismiche	5.0%	16.3%
Strabismo	21.1%	10.0%
Ambliopia	7.9%	7.8%
Anomalie accomodative	1.0%	6.0%
Anomalie retiniche periferiche che richiedono un intervento specifico	0.5%	12.0%

**Tabella I: Incidenza delle problematiche visive nell'età dello sviluppo. Tratta da Scheiman M., Galaway M., Coulter R., et al., 1996.**

Un recente meeting sulla prevenzione visiva, tenutosi a Roma l'1 e il 2 dicembre 2016 riporta una ricerca eseguita su 73.451 bambini dal 1987 al 1993, appartenenti alle scuole materne, alla prima e alla quarta classe elementare e alla terza media. A 1209 sono stati effettuati ulteriori esami poiché presentavano problemi. 663 sono risultati positivi, di cui 106 ipermetropi, 182 miopi, 378 astigmatici, 22 presentavano anisometropia, 25 ambliopia, 20 esotropia, 12 exotropia, 2 ipertropia. Da quanto emerge è possibile perciò comprendere l'importanza della prevenzione visiva durante l'età evolutiva.

Nelle linee-guida enunciate dalla NHS (National Health Service) sono previsti controlli optometrici:

- una volta all'anno per ragazzi con età inferiore ai 16 anni che non presentano alcuna anomalia di visione binoculare;
- una volta ogni sei mesi per bambini al di sotto dei 7 anni che presentano anomalie o errori refrattivi già compensati;
- una volta ogni sei mesi per ragazzi di età compresa tra i 7 e i 16 anni che presentano una rapida progressione miopica.

Importante ricordare che a differenza di un esame visivo completo optometrico, in cui possono essere valutate tutte le abilità visive, lo screening ha tempi più ridotti, per consentire veloci e sommarie valutazioni con il numero più ampio di soggetti.

## 2.1 LO SCOPO

Lo scopo dello screening consiste nel valutare alcuni parametri della visione binoculare in ragazzi di età compresa tra gli 11 e i 14 anni. Dopo aver fatto delle considerazioni generali sulla condizione refrattiva dei soggetti partecipanti, ci si appresta a considerare i valori di stereopsi e delle forie ottenuti per ogni soggetto, al fine di valutare se esiste una correlazione tra questi due parametri e i tempi di lettura dei medesimi partecipanti. Il tempo di lettura è stato misurato attraverso il test cartaceo dei movimenti saccadici, il King-Devick Saccadic test.

In primis si è fatta una valutazione considerando separatamente il valore di stereopsi e quello di foria, osservando se e come ognuno di questi parametri potesse influenzare le abilità di lettura del ragazzo. Successivamente, si è andati a valutare se esisteva una correlazione tra questi due valori, ma questa volta considerati insieme. Si è valutato, inoltre, se anche l'ipermetropia latente e la miopia potessero in qualche modo interferire con la performance di lettura.

Il senso principale di questo lavoro di tesi è stata la strutturazione di uno screening visivo mirato per le funzioni visive implicate nella lettura, con approccio scientifico, secondo consuetudini operative e indicazioni generali dalle linee-guide, la somministrazione della procedura, la valutazione di un campione, l'analisi statistica. La procedura potrà essere replicata in contesti analoghi.

## 2.2 I SOGGETTI

Lo screening per la valutazione dei parametri della visione binoculare si è svolto nella settimana dal 6 all'11 febbraio 2017. Ha avuto luogo presso il centro ottico Micaglio di Mariagrazia e Lucia Micaglio, situato in Via Roma 110 ad Albignasego (Padova). I soggetti sono stati reclutati all'interno della popolazione generale: l'unica caratteristica richiesta era quella di avere età compresa tra gli 11 e i 14 anni. Ogni ragazzo o genitore è stato informato tramite volantinaggio; la selezione dei soggetti è stata, dunque, arbitraria e libera a qualsiasi ragazzo facente parte della sopra citata fascia d'età.

Non è stato applicato nessun criterio di selettività tanto che il campione di soggetti esaminati si può definire quasi casuale, in quanto gli unici due fattori dipendenti erano l'età e il volere da parte del genitore di portare il proprio figlio.

Il numero di soggetti esaminati è stato 18. L'affluenza non è stata massiccia poiché i genitori, il più delle volte, erano dubbiosi sul fatto che tale progetto, avendo luogo all'interno di un negozio, fosse fatto a scopo di lucro, ovvero con l'obiettivo di vendere un ausilio ottico.

Inoltre, molti si mostravano restii nel portare i propri figli credendo si trattasse di un esame della vista e affermando che il figlio era già stato esaminato recentemente e non aveva necessità di un'ulteriore misurazione della condizione refrattiva.

Un'altra considerazione importante da evidenziare è questa: i soggetti con alte ametropie che rappresentano i casi 'estremi' solitamente non sono portati ad uno screening poiché continuamente monitorati.

### 2.3 PROTOCOLLO

Prima dell'esecuzione dei test, ogni soggetto è stato chiamato a compilare un questionario di anamnesi, composto da quindici domande, ciascuna con 5 possibilità di risposta: mai, poco frequente, qualche volta, spesso, sempre; la risposta veniva data in base alla frequenza in cui si presentava il problema descritto nel quesito (APPENDICE A).

Ai genitori accompagnatori di ciascun ragazzo, invece, è stato chiesto di compilare e infine firmare il consenso informato.

Successivamente veniva misurato il potere della lente correttiva del soggetto, in caso egli portasse ausilio ottico.

Si è iniziato, dunque, con l'indagine strumentale, annotando ogni risultato in una scheda appositamente preparata (APPENDICE B).

Ogni test è stato eseguito facendo indossare la correzione abituale (gran parte dei soggetti portava occhiali, nessuno lenti a contatto). Questa condizione è comprensibile ma merita una riflessione professionale, dato che le lenti a contatto sono considerate il miglior ausilio per la visione in età evolutiva grazie alla possibilità di usarle durante il movimento e lo sport.

La ragione più probabile è la cautela degli operatori a consigliare le LaC per i problemi correlati a igiene e, quando il caso, manutenzione.

I dati generali raccolti sono stati: nome, cognome, età, sesso e correzione abituale in uso. Tuttavia, è stato specificato che ogni risultato raccolto e discusso poi in tesi sarebbe stato riportato in modo completamente anonimo.

Inoltre, si è spiegato ad ogni genitore che con tale screening non si eseguiva un esame della vista in grado di definire la correzione ottica migliore, ma lo scopo dello studio era quello di valutare come i due occhi lavorano insieme e come alcuni parametri possono influenzare le performances di lettura di ciascun ragazzo. Si è segnalato che lo screening non costituiva né sostituiva un esame medico.

Nei casi in cui l'acuità visiva risultava non adeguata e l'esame oggettivo (schiascopia) si discostava dalla condizione abituale del soggetto (con ausilio ottico o meno), si consigliava al genitore di far eseguire al proprio figlio, presso personale abilitato, un esame della vista in modo tale da garantirgli la miglior correzione ottica per una buona visione.

## 2.4 I TEST UTILIZZATI

### COVER TEST

Il cover test è un metodo oggettivo di valutare la presenza, la direzione e l'ampiezza della foria. È un test efficace e praticabile anche con i bambini<sup>3</sup>.

Esso si suddivide in due fasi: cover/uncover (per la rilevazione di eventuali tropie o strabismi), cover test alternato (per la rilevazione di eteroforie).

#### *Cover test (in assenza di strabismo)*<sup>10</sup>

Gli aspetti più importanti di tale test sono:

#### a) **Il controllo dell'accomodazione:**

Uno studio di Howarth e Heron<sup>10</sup> afferma quanto il sistema accomodativo sia una fonte significativa di variabilità nella misurazione clinica dell'eteroforia; dunque, l'accomodazione è correlata alla quantificazione delle eteroforie. Il sistema accomodativo risulterà scarso in caso di alti valori di exoforia o bassi valori di esoforia. Al contrario, si riscontrerà un'alta accomodazione nei casi opposti a quelli appena descritti<sup>10</sup>.

**b) Oggettività:**

Poiché il cover test è una tecnica oggettiva, esso rappresenta uno dei più validi metodi per la valutazione della binocularità. È particolarmente valido quando si lavora con i bambini<sup>10,3</sup>.

Nello screening le forie sono state considerate tenendo conto delle norme riportate da Scheiman e Wick<sup>5</sup>: da lontano il risultato di riferimento è 1Δ di exoforia con una deviazione standard di ±2; da vicino la norma considerata è 3Δ di exoforia con una deviazione standard di ±3.

**RANDOT STEREOTEST**

Il randot stereotest è utilizzato per la quantificazione dell'acuità stereoscopica.

Esso è formato da tre tipologie di mire: sei figure geometriche (da 500" a 200" d'arco), tre file di animali (da 400" a 100" d'arco) e dieci triplette di cerchi (da 400" a 20" d'arco).

I test a immagini randomizzati (stereopsi globale), come il Randot, sono caratterizzati da una struttura a punti posti in modo casuale e sono di particolare interesse poiché solo se il soggetto apprezza la tridimensionalità è in grado di percepire una figura<sup>3</sup>: la visione della figura è implicitamente la percezione di stereopsi e questo rende il metodo molto sicuro. Come già detto, le mire che stimolano la stereopsi globale richiedono una maggior raffinatezza e un maggior sviluppo dell'attività stereoscopica.

Inoltre, secondo uno studio di Cooper e Feldman<sup>10</sup>, che hanno studiato i test della stereopsi per individuare lo strabismo, i test di stereopsi locale possono dare risultati anomali nei soggetti che presentano strabismi (falsi negativi); mentre le mire dei test randomizzati risultano più adatti e affidabili per escludere la presenza di uno strabismo.

**KING-DEVICK SACCADIC TEST**

L'analisi dei movimenti saccadici rappresenta un elemento diagnostico fondamentale nella valutazione delle competenze visive di un soggetto e una loro alterazione incide in misura significativa sulle abilità visuo-percettive, motorie e prassiche.



In letteratura i movimenti saccadici sono definiti come movimenti rapidi degli occhi che vengono programmati prima dell'esecuzione del movimento: sono caratterizzati da una fase in cui avviene il movimento dell'occhio con elevata velocità, e una fase di fissazione, in cui si verifica l'acquisizione dell'informazione grazie alla foveazione dello stimolo<sup>26</sup>.

Ai fini dello screening svolto è stato utilizzato il King- Devick Saccadic test, costituito da tre fogli, ciascuno dei quali contenente otto linee di cinque numeri singoli. I tre fogli sono stati proposti a ciascun soggetto in ordine crescente per difficoltà: l'effetto di affollamento percettivo aumenta sempre di più. Il punteggio è stato calcolato come somma del tempo impiegato da ognuno per terminare ogni tavola numerica. Ogni fascia d'età, secondo le norme, presenta il proprio tempo di lettura.

Tuttavia, uno studio condotto da Vertainen et al. nel 2014 sostiene che non ci sia alcuna correlazione tra i risultati attesi per il K-D test e l'età o l'occupazione dei soggetti presi in esame<sup>29</sup>.

Questo studio, svolto tra il 2012 e il 2014, su 185 giocatori professionisti di hockey, con età compresa tra i 16 e i 40 anni, ha considerato nella norma un punteggio di 40s con una deviazione standard di 6,1s.

Ai fini del nostro studio non è rilevante tenere conto delle norme di questo test, poiché si è scelta una popolazione di una determinata fascia d'età. Andare a considerare come variabile anche l'età avrebbe portato ad un'analisi molto difficoltosa.

### **TEST DI ISHIHARA**

È composto da una serie di tavole che hanno lo scopo di diagnosticare il daltonismo congenito, la forma più comune di daltonismo. Il daltonismo acquisito è trascurato nella composizione di queste tavole poiché esso è un simbolo che appare in concomitanza di alcune affezioni del nervo ottico, della retina etc..

Essendo il daltonismo congenito suddiviso in due forme, la cecità totale dei colori e la cecità del rosso e del verde, il test di Ishihara risulta specifico per rilevare la presenza di:

- discromatopsie, quando la percezione cromatica è presente ma è differente dal normale. Esse si suddividono in anomalie protan, dove il fotorecettore coinvolto nell'anomalia è il 'rosso'; deutan, in cui è coinvolto il fotorecettore di tipo 'verde' e, infine, tritan, dove è coinvolto il fotorecettore di tipo 'blu'.

Le anomalie Tritan, di tipo autosomico dominante, si presentano nella forma acquisita, perciò esse non possono essere individuate con l'utilizzo di questo test.

- Acromatopsie, quando la percezione del colore è assente.

Le discromatopsie congenite vengono considerate malattie ereditarie legate ai cromosomi sessuali. Il sesso femminile è coinvolto con frequenza minore in quanto è necessario che entrambi i genitori siano portatori o affetti dall'anomalia. L'anomalia è legata al cromosoma X, dunque un padre che presenta l'anomalia può trasmetterla solo alle figlie rendendole portatrici<sup>3</sup>.

Circa l'8% dei maschi risulta affetto da discromatopsia<sup>3</sup>.

## **RETINOSCOPIA STATICA**

La retinoscopia è un metodo oggettivo per la misurazione dello stato refrattivo dell'occhio, richiedendo una partecipazione minima da parte dell'esaminato.

La retinoscopia diventa preziosa in quei casi in cui la comunicazione con l'utente risulta difficile o impossibile, come bambini, anziani, soggetti disabili, non udenti o stranieri..

Nel caso dello screening si è scelta questa tecnica oggettiva poiché precisa e affidabile nel valutare lo stato refrattivo dei soggetti. Gli scopi principali sono stati: controllare i ragazzi che non portavano alcuna compensazione ottica per assicurarsi che la loro visione fosse buona, controllare l'adeguatezza della compensazione ottica portata dal ragazzo.

## **ACUITA' VISIVA**

L'acuità o acutezza visiva rappresenta l'inverso delle dimensioni angolari minime che uno stimolo visivo deve possedere per provocare nel soggetto esaminato una risposta che ne segnali la corretta percezione. Quanto più piccole sono le dimensioni dello stimolo, tanto più elevata è l'acutezza visiva.

Oltre all'acutezza visiva in condizioni abituali (con o senza occhiale), sono state misurate:

- **acutezza visiva con lente +1,50dt.**

Veniva misurata ai soggetti con buona acuità visiva (9/10 e 10/10) che non portavano correzione ottica, per individuare una possibile ipermetropia latente. Ai soggetti miopi, avendo bisogno di potere negativo, non si è eseguito questo test (anche se può essere utile per evidenziare eventuali sovracorrezioni).

L'ipermetropia latente è rilevata minimizzando l'attività accomodativa, ad esempio con cicloplegia farmacologica, o con la misurazione dell'acuità con lenti positive. Solitamente i ragazzi che con lenti positive +1,50dt hanno registrato valori di acuità visiva  $\geq 3/10$  erano considerati ipermetropi latenti.

- **Acutezza visiva con foro stenopeico.**

Nel caso in cui il visus rilevato fosse stato minore di 8/10 si ripeteva la misurazione dell'acuità visiva con il foro stenopeico per escludere cause di natura non refrattiva. Ci si aspetta, dunque, che con questa tecnica il soggetto raggiunga un visus maggiore.

Pertanto, durante lo screening si è effettuata una veloce misurazione della condizione refrattiva attraverso una tecnica oggettiva, la schiascopia statica, e una soggettiva, rappresentata dalla misurazione dell'acutezza visiva. A questo punto è giusto precisare le differenze che esistono tra le due tecniche.

Nel 1978 Millodot e O'Leary hanno effettuato uno studio riguardante le differenze esistenti tra i risultati ottenuti con la schiascopia e quelli ottenuti con l'esame soggettivo.

Essi hanno scoperto che la differenza varia in relazione all'età. Nei giovani la schiascopia fornisce una valutazione della condizione refrattiva maggiormente positiva rispetto alle tecniche soggettive, mentre negli anziani la situazione si ribalta.

Discutendo i loro dati, Millodot e O'Leary hanno individuato che<sup>27</sup>:

- Il colore dell'immagine retinica osservata in schiascopia è rosso, quindi la schiascopia esprime un risultato più ipermetropico dell'esame soggettivo effettuato con luce bianca. Tuttavia, essi affermano che l'aberrazione cromatica può rendere conto soltanto di una parte del divario esistente tra valutazione schiascopica e quella soggettiva e che, comunque, questo non può giustificare l'influenza dell'età sulla discrepanza;

- nella schiascopia l'immagine riflessa dovrebbe coincidere con lo strato dei fotorecettori retinici. Sostengono che le due strutture coinvolte nella riflessione sono la membrana limitante interna e la membrana di Burch. Millodot e O'Leary ritengono che nei giovani il riflesso provenga maggiormente dalla superficie più interna ai fotorecettori, spiegando i risultati eccessivamente positivi.

Inoltre, nella valutazione retinoscopica, con l'accomodazione rilassata, nel sistema oculare è presente un'aberrazione sferica positiva dove il potere aumenta dalla regione parassiale a quella esterna<sup>28</sup>.

Altro fattore importante da considerare è se il diametro pupillare è dilatato, come avviene con l'uso di midriatici. Infatti, in questo caso l'aberrazione sferica diventa più marcata e il movimento al centro risulta essere diverso da quello periferico: per registrare un risultato corretto bisogna osservare solo il movimento visto nella parte centrale del foro pupillare<sup>28</sup>.

## 2.5 PROCEDURA DI ESECUZIONE DEI TEST

Come già detto, prima di iniziare l'esecuzione dei test è stato consegnato a ciascun ragazzo un questionario di 15 domande.

Le domande sono state estrapolate dal questionario dei sintomi dell'insufficienza di convergenza proposto dal C.I.S.S. (Convergence Insufficiency Symptoms Survey), tradotto (a cura di Gaia Brigida) e pubblicato nella rivista italiana di settore 'Professional Optometry' (luglio 2011).

Il questionario può anche trovare utile applicazione come strumento di 'autodiagnosi preliminare' dell'insufficienza di convergenza.

Ad ogni quesito corrisponde una determinata frequenza che identifica quante volte il problema considerato si manifesta (mai, poco frequente, qualche volta, spesso, sempre).

Si segna la frequenza barrando con una 'X' la casella, si contano le 'X' di ciascuna colonna e si moltiplicano, successivamente, per il fattore di 'importanza' posto al piede di ciascuna colonna (0,1,2,3,4). Si sommano, infine, i prodotti ottenuti.

Se si ha un'età compresa fra i 9 e i 18 anni ed il punteggio totale è uguale o superiore a 16 punti (21 se si ha un'età superiore ai 18) è possibile ci sia un problema di insufficienza di convergenza.

Il questionario, dunque, è servito a delineare il quadro anamnestico di ciascun ragazzo andando a valutare le condizioni binoculari da vicino (APPENDICE A), considerando che il quadro anamnestico è simile per i vari disturbi accomodazione/vergenza (inducono astenopia).

L'ordine di esecuzione dei test è stato il seguente:

### *1. Valutazione oggettiva della refrazione: schiascopia statica*

La mira scelta, posta a 4m, è la mira di bicromatico: secondo i risultati di Cockerham<sup>3</sup> (1957) essa è la mira preferibile perché sortisce l'effetto di ridurre l'accomodazione attiva. La mira, inoltre, non deve presentare piccoli particolari affinché essa non sia uno stimolo a focalizzare l'immagine con precisione; ciò permette di evidenziare condizioni causate o nascoste dall'attività dell'accomodazione (ipermetropia latente, pseudo miopia)<sup>3</sup>. L'illuminazione utilizzata è quella ambientale, priva di sorgenti di elevata intensità; il soggetto, altrimenti, si troverebbe in miosi: lo svolgimento del test risulterebbe difficoltoso e l'attività accomodativa meno definita.

La meccanica di esecuzione della retinoscopia è stata la seguente:

- a. Si è anteposto all'occhio destro del soggetto esaminato l'opportuna lente di compensazione per la distanza di lavoro. Per comodità è stato utilizzato il forottero, che permette di inserire una lente di +1,50dt (distanza di lavoro: 67 cm).
- b. Si è iniziata l'osservazione sui due meridiani e il potere meno negativo o più positivo è corretto con una lente sferica; la differenza tra il potere minore e quello maggiore dà l'entità dell'astigmatismo. Si, toglie la lente di compensazione e si ripete lo stesso procedimento sull'occhio sinistro.
- c. Si ritorna all'occhio destro ricontrollando se sono avvenute variazioni nella neutralizzazione dei riflessi; in caso il riflesso non risulti neutralizzato si procede a ripetere nuovamente il processo (anche nel controlaterale).

In base ai valori ottenuti per ogni soggetto si è definita una condizione refrattiva 'adeguata', 'non adeguata' oppure 'anomala'.

Le varie condizioni sono state stabilite in base ai seguenti criteri:

*Miopia:*

- < -0,50dt ADEGUATO;
- -0,50/-0,75dt NON ADEGUATO;
- $\geq$  -1,00dt ANOMALO.

*Ipermetropia:*

- < +0,75dt ADEGUATO
- da +0,75 a < +2,00dt NON ADEGUATO
- > +2,00dt ANOMALO

Si è tenuto conto solo dei valori sferici in quanto tutti i soggetti astigmatici riportavano valori di astigmatismo già compensati o non superiori alla mezza diottria.

2. Valutazione dell'acuità visiva:

è stata rilevata prima monocolarmente, poi binocularmente. Tuttavia al fine dello screening sono stati tenuti in considerazione solo i valori in visione binoculare. Le mire di risoluzione di cui ci si è serviti sono le mire alfabetiche. La distanza da cui è stata misurata l'acuità da lontano è quella di 4 metri. I risultati ottenuti sono stati annotati secondo la scala decimale di Monoyer, dove il limite superiore è 1', detto 10/10, quello inferiore 10', detto 1/10. L'illuminazione utilizzata è stata quella della stanza refrattiva, e quindi moderata. L'acuità è stata misurata facendo indossare ai soggetti la correzione ottica, se in uso.

Anche per le altre due acuità (con lenti +1,50dt e con foro stenopeico) è stato eseguito lo stesso procedimento.

Tutte le tre acutezze visive sono state definite in base al seguente criterio:

- 9/10 – 10/10: ADEGUATO;
- da 6/10 a 8/10: NON ADEGUATO;
- $\geq$  5/10: ANOMALO.

### 3. Valutazione delle forie: cover test

Il test è stato effettuato sia da lontano (4m), sia a distanza prossimale (40cm). Il materiale utilizzato è una paletta oclusore e una mira di fissazione di piccole dimensioni: per la distanza prossimale è stata utilizzata una matita, chiedendo al soggetto di osservare la punta di quest'ultima in modo da stimolare il sistema accomodativo; infatti, come già detto, il cover test (senza rilevazione di tropie) esercita un controllo anche sull'accomodazione<sup>10</sup>; per il lontano ci si è serviti di un piccolo punto luminoso proiettato. Per quanto riguarda l'illuminazione è stata utilizzata quella ambientale, ovvero quella della stanza. L'esecuzione del test è avvenuta facendo indossare l'ausilio ottico, se in uso. Il test è stato suddiviso in due fasi:

#### a. Cover test alternato:

mentre il soggetto fissa la mira, da lontano o a distanza prossimale, gli si occlude un occhio; dunque, l'occhio coperto, privato dello stimolo percettivo, devia in condizione di riposo. Si sposta velocemente l'occlusore all'altro occhio e si osserva l'occhio che è stato scoperto. Se non si nota alcun movimento di quest'ultimo la condizione osservata è quella di ortoforia; se è presente un movimento dalla tempia verso il naso si tratta di deviazione exo; se, invece, l'occhio si muove dal naso verso la tempia si tratta di deviazione eso. Al movimento sul piano orizzontale può essere associato anche un movimento verticale: se un occhio si muove verso il basso quando viene scoperto, o l'altro si muove verso l'alto, si ha una deviazione di tipo iper del primo; se si verifica la situazione contraria si ha una deviazione di tipo iper del secondo occhio.

Nello screening effettuato non è stato riscontrato nessun caso di foria verticale.

#### b. Cover/uncover

Anche questa seconda fase del test è stata svolta prima da lontano e poi alla distanza di 40 centimetri; gli occhi vengono singolarmente coperti e scoperti: si occlude un occhio, si chiede al soggetto di osservare la mira e nel frattempo si osserva l'eventuale movimento del controlaterale. Si ripete la procedura per entrambi gli occhi: se nessuno dei due occhi osservati si muove, il soggetto non è strabico; se l'occhio si muove verso l'esterno si ha una condizione di esotropia; se l'occhio

ripristina la posizione iniziale con un movimento verso l'interno si ha una condizione di exotropia, se l'occhio si muove verso il basso un'ipertropia, se verso l'alto un'ipotropia.

Per registrare i valori di eteroforia di ciascun ragazzo si sono distinte tre diverse situazioni:

da lontano:

- ADEGUATO: ortoforia o lieve exoforia;
- NON ADEGUATO: modesta exoforia o presenza di esoforia;
- ANOMALO: alta exoforia o esoforia.

Da vicino:

- ADEGUATO: da  $1\Delta$  a  $5\Delta$  exo;
- NON ADEGUATO: ortoforia o  $\geq 6\Delta$  exo;
- ANOMALO: eso o  $> 8\Delta$  exo.

#### 4. Valutazione della stereopsi: Randot stereotest:

è stato somministrato ad una distanza di 40cm e l'utilizzo della correzione prossimale, se in uso, era obbligatorio. Al soggetto è stato chiesto di utilizzare i filtri polaroid, con inclinazione tra i due occhi  $45^\circ$  e  $135^\circ$ , necessari per visualizzare i vettogrammi. È stato chiesto a ciascun ragazzo di porre il test con inclinazione parallela al piano facciale. Oltre all'illuminazione ambientale, utilizzata negli altri test, si è aggiunta l'illuminazione di un faretto, posizionato sopra al soggetto. Si chiedeva al soggetto, per ognuna delle dieci triplete di cerchi, quale dei tre sembrasse fuoriuscire rispetto gli altri due. Ai fini dello screening sono state utilizzate solo le triplete di cerchi.

In base alla stereo acuità di ogni ragazzo sono state definite tre situazioni:

- $\leq 60''$  d'arco: ADEGUATO;
- tra  $61''$  d'arco e  $100''$  d'arco: NON ADEGUATO;
- $>$  di  $100''$  d'arco: ANOMALO.



## 5. Valutazione della percezione dei colori: tavole di Ishihara

Il test è stato eseguito alla distanza prossimale di 40cm. Ogni soggetto indossava l'ausilio ottico, se in uso. L'illuminazione di cui ci si è serviti è quella ambientale in aggiunta di quella del faretto del forottero, posto sopra alle spalle dell'esaminato. Il test doveva essere tenuto con inclinazione parallela al piano facciale. Al ragazzo veniva chiesto di identificare il numero disegnato in ciascuna tavola. Le tavole dal n° 22 al n° 27 sono state tralasciate poiché esse sono utilizzate quando è necessario un esame più esatto per scoprire la specie ed il grado del difetto della visione cromatica.

Tuttavia, trattandosi di uno screening, non si è cercata la forma di daltonismo qualora un soggetto presentasse delle difficoltà di percezione dei colori, ma ci si è limitati a registrare il numero di errori che il ragazzo effettuava nella lettura delle tavole:

- 1 errore: la condizione si è definita 'adeguata';
- 2 errori: la condizione si è registrata come 'non adeguata';
- > di 2 errori: la condizione si è definita 'anomala'.

Ai fini dello screening è stata valutata la percezione del colore poiché alcuni discromatici possono avere problemi a leggere alcune grafiche di libri; dunque è stato eseguito un controllo affinché questo parametro non andasse ad influire con le abilità di lettura.

Nessun soggetto ha presentato anomalie nell'esecuzione del test di Ishihara, pertanto nell'analisi statistica la percezione del colore non è stata considerata.

## 6. Valutazione abilità di lettura: King-Devick Saccadic Test

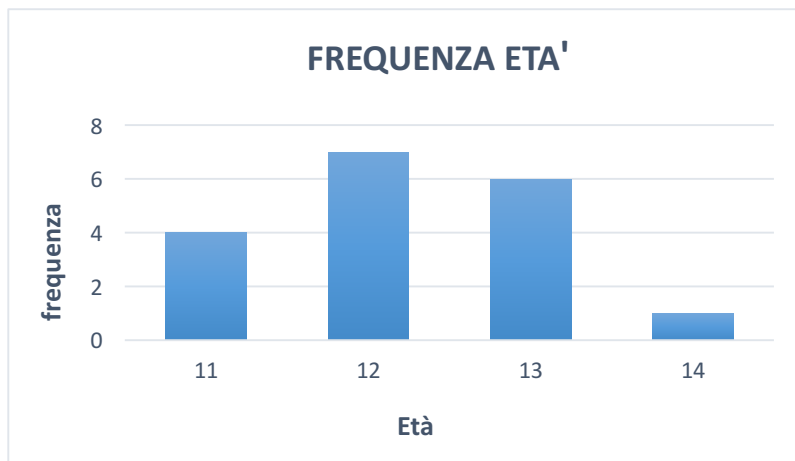
il test è stato eseguito alla distanza di 40 cm, con correzione ottica se in uso e illuminazione ambientale per simulare le condizioni normali di lettura. È stata spiegata la modalità di esecuzione a ciascun ragazzo attraverso una tabella numerica dimostrativa. Successivamente si chiedeva al ragazzo di leggere velocemente

ciascun foglio di numeri. I risultati sono stati riportati come la somma dei tempi impiegati per leggere ognuno dei tre fogli proposti.

## CAPITOLO TERZO

### RISULTATI E DISCUSSIONE

Come già detto, la popolazione scelta per lo studio non ha rispettato alcun criterio di selettività se non l'età.



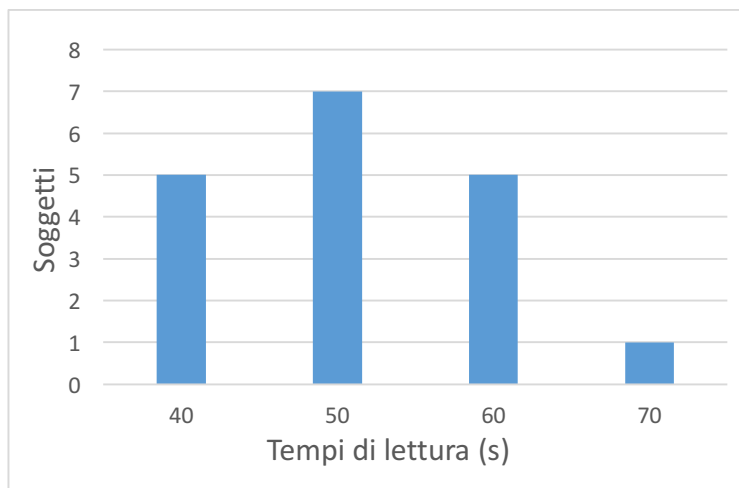
**Grafico 3a: distribuzione dell'età dei soggetti partecipanti allo screening.**

È stato scelto un range di 11-14 anni affinché si potessero fare delle valutazioni e delle osservazioni su un campione di soggetti con età simili e di conseguenza anche con abilità di lettura comparabili. Infatti, come precedentemente affermato, con l'avanzare dell'età il processo di lettura migliora e diventa più efficace; questo significa che l'età è un'importante variabile che influenza le performances di lettura. Si è quindi tenuto conto di questo fattore in modo da valutare solo gli aspetti optometrici che potrebbero influenzare tale pratica.

Allo screening si sono presentati 7 soggetti con ausilio ottico, di cui 5 miopi e 2 ipermetropi. Uno dei ragazzi miopi portava, per il vicino, un supporto accomodativo +0,50dt. in entrambi gli occhi. Gli altri 11 soggetti non portavano alcuna correzione.

I tempi medi di lettura, calcolati come somma dei tempi dei movimenti saccadici durante il King-Devick, hanno presentato una media di  $53,5 \pm 8,4s$  con valori compresi tra un minimo di 42s e un massimo di 70s. Dall'istogramma 3b si nota

‘la cosiddetta forma ‘a campana’. Calcolati i valori di media, mediana e moda, che risultano molto simili tra loro si presuppone che la variabile ‘tempo di lettura’ (dei movimenti saccadici) risulti normalmente distribuita nella totalità della popolazione. Queste osservazione hanno portato a scegliere un test parametrico, utilizzato in una parte dell’analisi statistica.

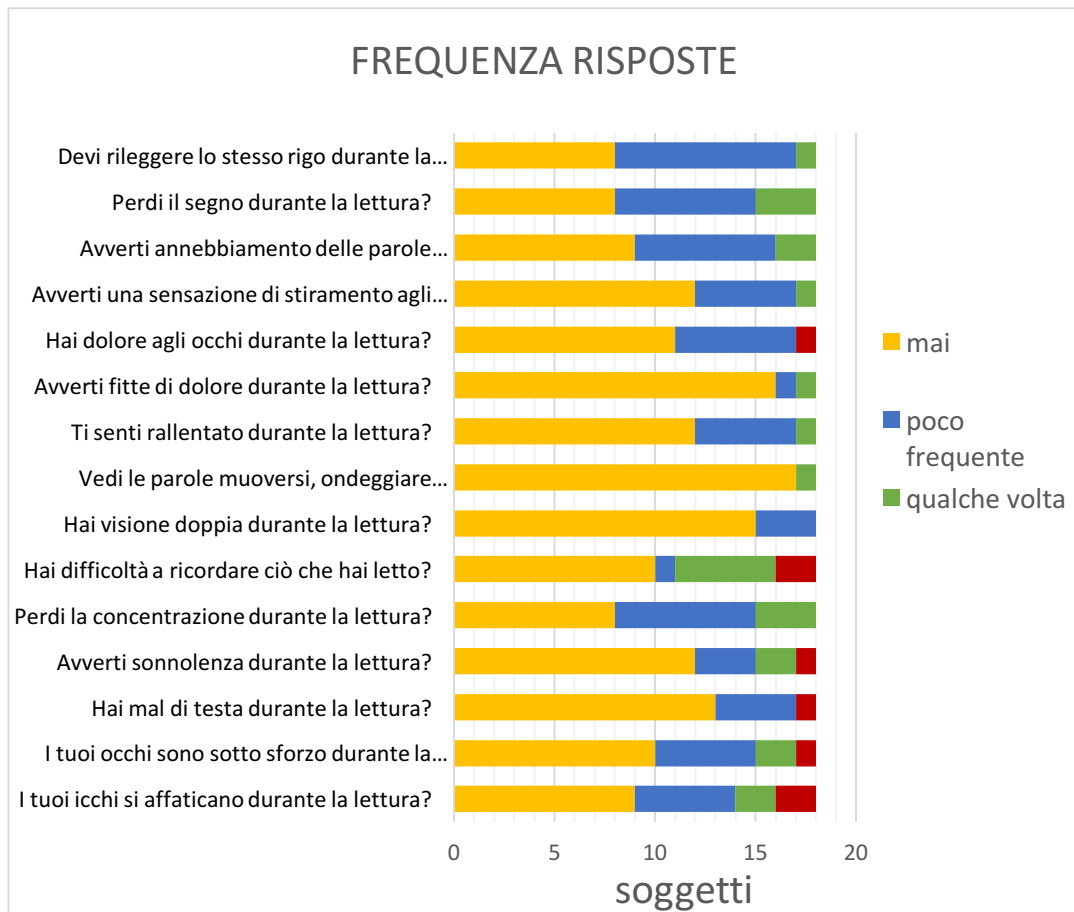


**Grafico 3b: distribuzione dei tempi di lettura.**

### QUESTIONARIO ANAMNESTICO

Con il questionario d’indagine iniziale si è voluto delineare il quadro anamnestico di ciascun soggetto durante il lavoro da vicino, concentrandosi soprattutto sull’impegno visivo durante la lettura.

Dal questionario anamnestico sono risultate le seguenti frequenze di risposte:



**Grafico 3c: distribuzione delle risposte dei soggetti al questionario di anamnesi.**

In base ai criteri di predittività sopra descritti solo un ragazzo è risultato fuori norma, con un punteggio totale di 18; tutti gli altri hanno ottenuto punteggi inferiori a 16.

I punteggi del questionario sono stati suddivisi in due categorie, al fine di confrontare il quadro anamnestico di ciascun ragazzo con i corrispettivi tempi di esecuzione del King-Devick test:

- I soggetti con punteggio compreso tra 0 e 10 sono stati classificati con ‘sintomatologia lieve o assente’;
- I soggetti con punteggio compreso tra 11 e 15 sono stati classificati con ‘sintomatologia moderata’;

Il soggetto con punteggio 18 si può definire con ‘sintomatologia significativa’, sempre considerando le norme.

I ragazzi classificati con ‘sintomatologia lieve o nulla’ hanno presentato un tempo medio di lettura pari a  $54,0 \pm 8,9s$ ; sempre considerando i tempi totali per eseguire il test dei movimenti saccadici. Il campione di soggetti con ‘sintomatologia moderata’ ha presentato, invece, un tempo medio di esecuzione del test pari a  $55,4 \pm 9,6s$ .

Per sapere se la differenza fra le due medie è significativa si è utilizzato il test T di Student per campioni indipendenti nella forma bilaterale o a due code. Si tratta di un test parametrico, utilizzato per verificare se la media di una popolazione si discosta significativamente da un valore preso di riferimento. In particolare in questo caso è usato per verificare se la differenza tra le medie di due campioni sia statisticamente significativa o dovuta al caso. Questo test si utilizza solitamente quando è presente una distribuzione normale dei valori, in questo caso dei valori del tempo raccolti.

Si è scelto un valore di soglia  $\alpha$ , che rappresenta sostanzialmente il massimo errore che, se commesso nell’analisi, si può tollerare. Per convenzione, in questa analisi, si è accettato un errore  $\alpha$  del 5%.

Si assume uguale varianza campionaria e si calcola il  $T$  di student attraverso questa formula:

$$T = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S_{x_1, x_2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

dove  $\bar{x}_1$  e  $\bar{x}_2$  sono rispettivamente le due medie dei tempi di lettura;

Gradi di libertà	Area nelle due code				
	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
	Area in una coda				
	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405
8	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.771	2.160	2.650	3.01	4.221
14	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745

**Tab 3d: tabella dei valori t (teorici) di Student a due code.**

$$S_{x_1, x_2} = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_{x_1}^2 + (n_2-1)S_{x_2}^2}{n_1+n_2-2}}; \text{ e } n_1 \text{ e } n_2 \text{ i gradi di libert\`a.}$$

Per semplificare il calcolo si \`e trovato il valore di  $T$  attraverso la funzione TESTT di Excel.

\`E risultato:

$$T = 0,77;$$

Affinch\`e ci sia differenza significativa tra le due medie deve risultare:

$$T > t$$

dove  $t$  (teorico) viene ricavato dalla tabella 3d e dipende dal valore di soglia  $\alpha$  e dai gradi di libert\`a. I gradi di libert\`a si calcolano nel seguente modo:

$$g. d. l. = n_1 + n_2 - 2$$

A questo punto se il  $T$  ottenuto supera il valore critico, allora possiamo rifiutare l'ipotesi nulla (non vi \`e differenza o associazione tra i due campioni considerati) e accettare l'ipotesi alternativa (vi sono differenze o associazioni statisticamente significative tra i due campioni considerati); in caso  $T$  sia minore del valore teorico si accetter\`a, invece, l'ipotesi nulla. In questo caso, trattandosi del confronto tra due campioni indipendenti, si \`e assunta come ipotesi nulla l'uguaglianza tra le medie dei due campioni e come ipotesi alternativa la loro diversit\`a.

Risulta in questo caso:  $t = 2,12$  (con  $\alpha = 0,05$  e  $g. d. l. = 16$ ).

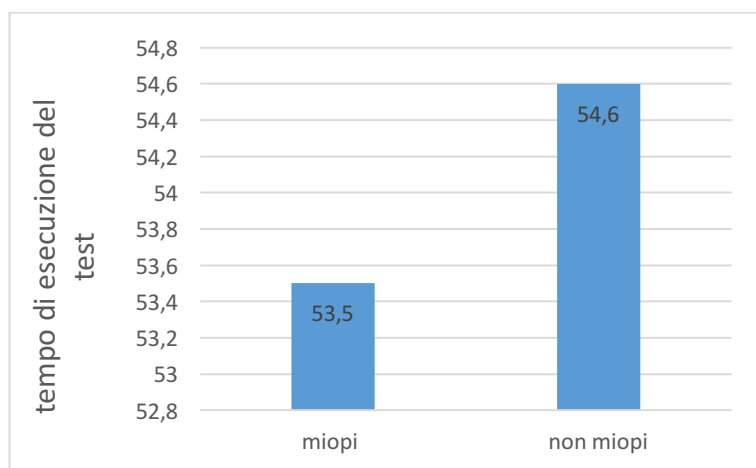
$T$  student calcolata risulta minore di  $t$  teorico (ricavato dalla tabella), perci\`o, statisticamente parlando, le due medie, con le relative deviazioni standard, non possono essere considerate uguali e dunque viene accettata l'ipotesi nulla, ovvero, non esiste alcuna differenza significativa tra le due medie; la loro diversit\`a \`e dovuta semplicemente al caso.

Dunque, non si evidenzia alcuna correlazione tra sintomatologia e abilità di lettura. È importante sottolineare che la scarsa numerosità campionaria non ha aiutato senz'altro a trovare una correlazione tra i due parametri.

### 3.1 I SOGGETTI MIOPI

Si osserva ora se è possibile determinare una certa relazione tra soggetti miopi e abilità di lettura. Come già accennato, i soggetti miopi che si sono presentati allo screening sono stati 4.

È stata comparato il tempo medio di esecuzione del King-Devick test di soggetti non miopi con quello di soggetti che portavano ausilio ottico ed erano miopi.



**Grafico 3.1.1: tempo cumulativo dei movimenti saccadici in soggetti miopi e non miopi.**

Il tempo medio dei movimenti saccadici mostrato durante il King-Devich test per l'abilità di lettura nei soggetti miopi è  $53,5 \pm 6,5s$ ; invece nei ragazzi non miopi è  $54,6 \pm 9,6s$ .

Si è trovato, anche in questo caso, il valore di  $T$  attraverso la funzione TESTT di Excel ed è risultato:

$$T = 0,83.$$

Anche in questo caso risulta  $T < t$  e dunque si accetta l'ipotesi nulla; pertanto si può affermare che, statisticamente parlando, la miopia non influenza le abilità di lettura dei soggetti esaminati. Anche in questo risultato bisogna tenere conto della ridotta numerosità campionaria che rappresenta senza dubbio un aspetto limitante.

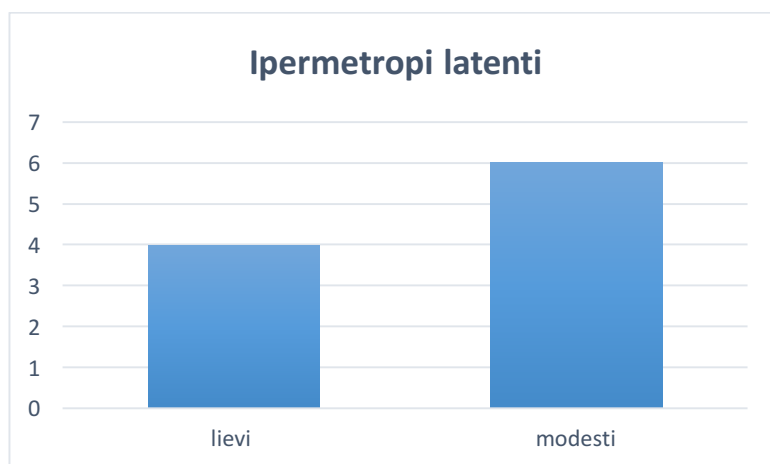


### 3.2 I SOGGETTI IPERMETROPI LATENTI

Nella misurazione dell'acutezza visiva con lenti +1.50 dt., si è potuto rilevare una possibile ipermetropia latente in alcuni soggetti. Si sono tenuti in considerazione i valori di acutezza visiva binoculare poiché in tutti i soggetti non si sono registrate grosse differenze di acuità visiva tra un occhio e l'altro. Attraverso l'esame della schiascopia statica, si è potuto avere un'ulteriore conferma dei soggetti ipermetropi latenti.

Si sono suddivisi i ragazzi che presentavano un'ipermetropia latente lieve, da quelli che presentavano un'ipermetropia latente più modesta, attraverso il seguente criterio:

- Ipermetropi latenti lievi: i soggetti con valori da +0,25 a +0,50 dt. in schiascopia statica e con acuità visiva buona (3/10-4/10-5/10);
- Ipermetropi latenti modesti: i soggetti con valori di schiascopia compresi tra +0,50 e + 1,00dt. e con un'acuità visiva superiore ai 5/10.



**Grafico 3.2.1: distribuzione degli ipermetropi latenti**

In primis si è osservato se e come le ipermetropie latenti avessero delle influenze sulla visione binoculare. Dai dati raccolti si è osservato quanto riportato nella tabella 3.2.2

Ipermetropi latenti	stereopsi	forie
lievi	50	L: lieve exo
		V: exo evidente
	50	L: lieve exo
		V: orto
	25	L: orto
		V: lieve exo
	70	L: eso
		V: lieve exo
modesti	40	L: eso
		V: lieve exo
	20	L: lieve exo
		V: orto
	30	L: orto
		V: lieve exo
	70	L: eso
		V: eso
	70	L: lieve exo
		V: exo evidente
70	L: lieve exo	
	<b>V: exo evidente</b>	

**Tab. 3.2.2: ipermetropi latenti, stereopsi e forie**

Dalla tabella non si evince alcuna condizione particolare, se non che tutti i soggetti che hanno presentato esoforia da lontano o da vicino hanno dato risultati di schiascopia e di acuità visiva che fanno pensare ad un'ipermetropia latente. Plausibilmente, l'esoforia può essere correlata ad un'ipermetropia non corretta e questi dati potrebbero far pensare a quanto appena detto.

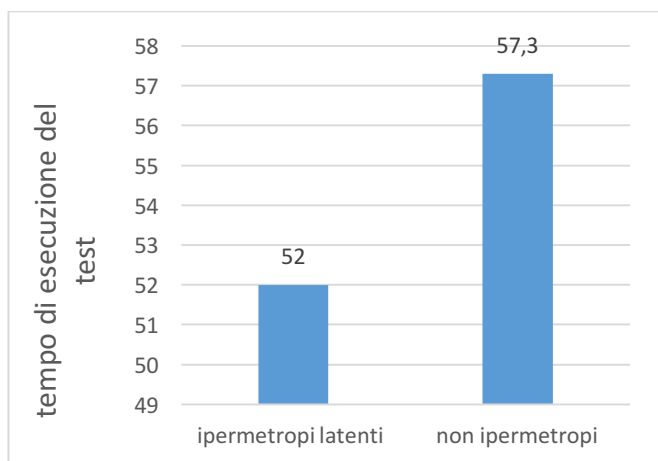
È stato inoltre osservato il comportamento dei soggetti ipermetropi latenti (otticamente non corretti) nell'esecuzione del King-Devick test.

Si è utilizzato anche in questo caso il test parametrico del t di Student a due code dividendo semplicemente la popolazione tra soggetti considerati ipermetropi latenti e il resto dei ragazzi esaminati.

Il tempo medio di esecuzione del King-Devick nei ragazzi ipermetropi latenti è risultato essere:  $52,0 \pm 9,2s$ ; mentre quello degli altri soggetti è:  $57,3 \pm 8,0s$ .

Il T student, calcolato con la funzione TESTT del programma Excel, è: 0,22.

Anche in questo caso la differenza tra le medie non è risultata essere significativa, infatti  $T < t$ ; quindi l'ipermetropia latente non sembra interferire, nel nostro studio, con le abilità di lettura.



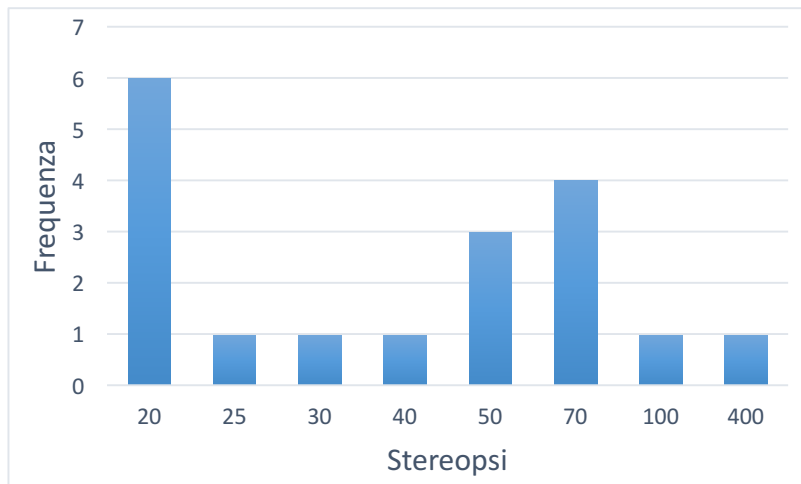
**Grafico 3.2.3: tempo cumulativo dei movimenti saccadici in soggetti ipermetropi latenti e non ipermetropi**

Come nel caso della miopia; si può ipotizzare che tale risultato sia dovuto alla scarsa numerosità campionaria esaminata.

Sia nel caso della miopia, sia per l'ipermetropia lieve-intermedia, la refrazione non mostra correlazione (pur considerando che il piccolo numero non permette generalizzazione), ma appare coerente con la letteratura che indica i disturbi binoculari e accomodativi più critici per la lettura.

### 3.3 LA STEREOPSI

La distribuzione della stereopsi tra i soggetti partecipanti allo screening è stata la seguente:



**Grafico. 3.3.1: distribuzione della stereopsi**

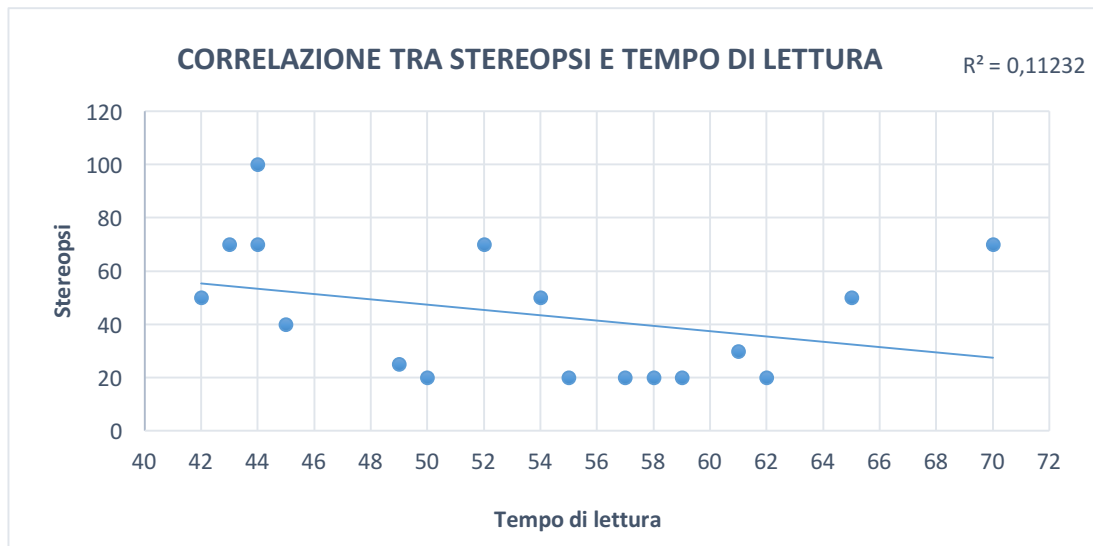
Da quanto emerge dalla letteratura la stereopsi non sembra avere un'importante influenza sulle abilità di lettura. Tuttavia, nello studio precedentemente citato<sup>25</sup> sembra che una stereopsi maggiore di 100" d'arco possa influenzare la performance di lettura, forse perché può essere legata a disturbi di deviazione o alterazioni di binocularità o accomodazione.

Con i dati raccolti si è costruito, attraverso l'utilizzo di Excel, un grafico a dispersione in modo da poter osservare la presenza o meno di una correlazione tra i due parametri presi in esame. Nell'asse y sono stati posizionati i valori di stereopsi, mentre nell'asse x i tempi di lettura corrispondenti a ciascun valore di stereoaucuità ottenuto.

È stata inoltre inserita, sempre attraverso Excel, una linea di tendenza lineare.

Quest'ultima rappresenta una retta ottimale, utilizzata con un insieme di dati lineare. I dati sono lineari se il tracciato risultante delle coordinate incluse è lineare; la linea di tendenza lineare indica generalmente se un elemento ha un andamento crescente o decrescente in modo costante.

La sua affidabilità dipende dal valore  $R^2$ : quanto più il valore si avvicina a 1 tanto più affidabile è la retta.



**Grafico 3.3.2: correlazione tra stereopsi e tempo di esecuzione del King-Devick.**

Dal grafico 3.3.2 si può osservare una certa correlazione negativa tra stereopsi e tempo di esecuzione del test King-Devick, ovvero all'aumentare dei valori di stereocucità (quindi all'abbassarsi della stereopsi) il tempo di lettura diminuisce. Tuttavia il valore di  $R^2 = 0,1$  è molto distante da 1; pertanto la correlazione tra i due parametri è quasi assente.

Da quanto emerge dal grafico, si può dunque affermare che in questo studio non è risultata alcuna correlazione tra stereopsi e abilità di lettura. Il ristretto numero di soggetti esaminati è stato senz'altro limitante per poter definire una eventuale relazione tra lettura e stereocucità.

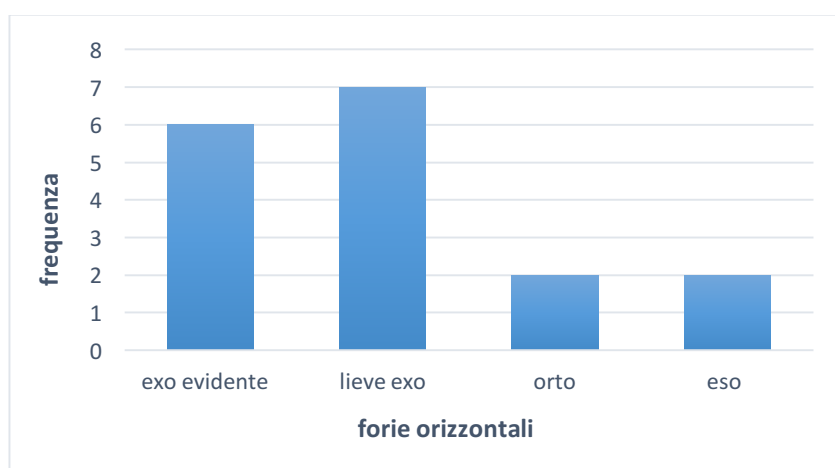
Nel grafico sono stati inseriti tutti i valori di stereopsi di ciascun partecipante allo screening al di fuori di un soggetto che durante il cover/uncover presentava un'exotropia all'occhio sinistro. Come precedentemente riportato<sup>4</sup> lo strabismo influisce sulla stereopsi degradandola, infatti il ragazzo che presentava exotropia ha mostrato un basso valore di stereopsi, uguale a 400" d'arco. Il valore di stereopsi dipende dall'angolo di deviazione, ma nello screening non si è effettuata questo tipo di valutazione; ci si è limitati ad osservare una evidente relazione tra deviazione manifesta e stereopsi.

Inoltre, comparando il tempo medio di esecuzione del test e il tempo medio del ragazzo con exotropia si nota che quest'ultimo è maggiore rispetto la media (65 secondi).

Tuttavia, dagli studi emerge che lo strabismo non dovrebbe compromettere le abilità di lettura, in quanto il soggetto legge con un solo occhio e quindi non esiste alcuna anomalia nella visione binoculare che possa compromettere le performances di lettura.

### 3.4 LE FORIE

Nella valutazione delle forie orizzontali da vicino la popolazione di soggetti partecipanti ha presentato i seguenti valori:



**Grafico 3.4.1: distribuzione delle forie orizzontali da vicino.**

Per poter fare una valutazione più precisa, oltre a definire le forie ‘adeguate’, ‘non adeguate’ e ‘anomale’, esse sono state suddivise nel seguente modo, ovviamente osservando l’ampiezza del movimento oculare e facendo riferimento alle norme proposte da Scheiman e Wick<sup>5</sup>:

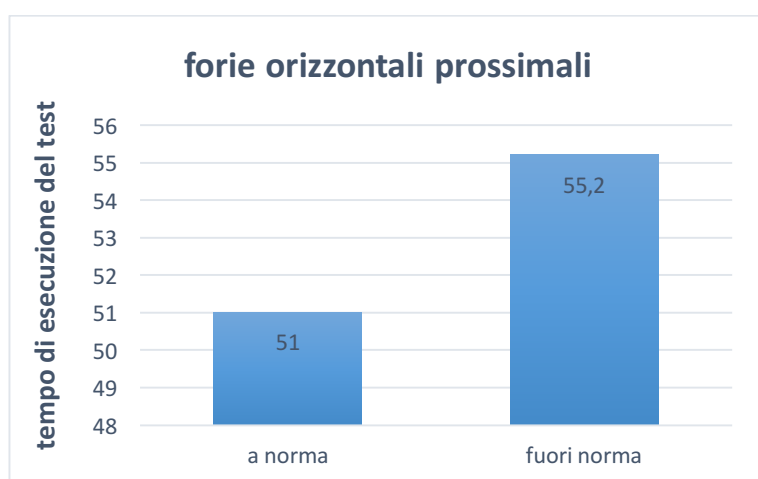
- exoforia evidente: se il movimento percepito era  $> 6$  diottrie prismatiche ( $\Delta$ );
- lieve exoforia: se il movimento percepito rientrava tra 1  $\Delta$  e 5  $\Delta$ ; in questo caso l’ampiezza del movimento che si percepiva era minore rispetto al primo caso;
- ortoforia: se non si percepiva alcun movimento (deviazione = 0  $\Delta$ );
- esoforia: ogni volta che si osservava un movimento di recupero verso l’esterno.

Dal grafico 3.4.1 si nota che 15 ragazzi su 17 (senza contare il caso di exotropia), da vicino, presentano un exoforia, di cui 7 sembrano rispettare le norme, ovvero una lieve exoforia da vicino, 6 mostrano un'alta exoforia, 2 presentano un'esoforia e altri 2 risultano essere ortoforici.

Per valutare una possibile correlazione tra forie e tempo di lettura non si è potuto costruire un grafico a dispersione, poiché non si conoscevano i valori precisi di ciascuna foria.

Pertanto si è fatta un'ulteriore divisione, suddividendo i soggetti con forie a norma e i soggetti con forie fuori norma (da vicino).

- Fuori norma: i soggetti che da vicino presentavano ortoforia, esoforia o exoforia evidente;
- A norma: i soggetti che presentavano una lieve exoforia.



**Grafico 3.4.2: media dei tempi impiegati nell'esecuzione del King-Devick test in soggetti con forie 'a norma' e 'fuori norma'.**

Il tempo medio di esecuzione del King-Devick in soggetti con forie a norma è risultato essere  $51,0 \pm 6,2s$ ; mentre il tempo medio nei soggetti con forie orizzontali fuori norma è  $55,2 \pm 9,8s$ .

Si osserva che il tempo medio dei soggetti fuori norma risulta essere maggiore.

L'ipotesi dello studio di influenza della foria orizzontale sul tempo di lettura (considerando sempre i movimenti saccadici) è stata tradotta, anche in questo caso, in termini statistici attraverso il test t student.

Il T student calcolato è risultato 0,33; anche in questo caso  $T < t$  e quindi la differenza tra le due medie non è significativa.

Si può dedurre da ciò che il grado di foria orizzontale prossimale, in questo studio, non ha influenzato le abilità di lettura.

### 3.5 LA STEREOPSI E LE FORIE

Nella tabella 3.5.1 sono stati riportati i valori di stereopsi con i corrispettivi valori di foria a distanza prossimale:

stereopsi	forie da vicino
20	orto
20	lieve exo
20	lieve exo
20	eso
20	exo evidente
20	exo evidente
25	lieve exo
30	lieve exo
40	lieve exo
50	exo evidente
50	orto
50	exo evidente
70	lieve exo
70	eso
70	exo evidente
70	lieve exo
100	exo evidente
400	exotropia

**Tab 3.5.1: valori di stereopsi e foria orizzontale prossimale**

Secondo gli studi di Saladin<sup>4,11</sup> bassi valori di esoforia sembrano avere degli effetti sulla stereoacuità, mentre bassi valori di exoforia non sembrano interferire sulla stereoacuità. Osservando i dati raccolti si può notare che i soggetti con esoforia prossimale sono 2 e presentano da vicino rispettivamente una stereoacuità di 20" e 70" d'arco. I soggetti con lieve exoforia da vicino sono 7 e 5 di questi presentano



una stereopsi compresa tra i 20" e i 50" d'arco, gli altri 2, invece, raggiungono valori di 70" d'arco.

Dal grafico 3.5.1 non emerge alcuna considerazione significativa, ma anche in questo caso il ridotto numero di soggetti esaminati non ha reso possibile dei risultati che potessero evidenziare una possibile correlazione tra stereopsi e forie, a differenza di quanto sostenuto nella letteratura.

Successivamente si sono osservati gli effetti che la stereopsi e le forie, insieme, possono avere sulle abilità di lettura. Con l'aiuto di Excel si sono costruiti due grafici a dispersione, questa volta però considerando tre variabili, ovvero stereoacuità, forie orizzontali prossimali e tempi di lettura.

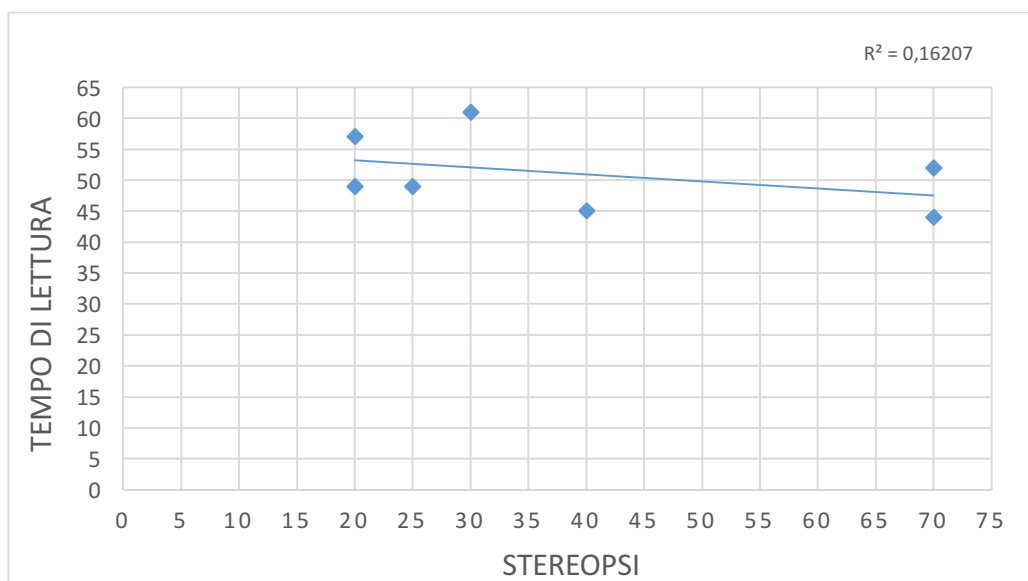
Non avendo valori precisi di forie si sono suddivise in due gruppi: forie buone o 'a norma' e forie non adeguate o 'fuori norma', seguendo i criteri precedentemente riportati (a norma: lieve exoforia; fuori norma: ortoforia, esoforia e exoforia evidente). Anche in questo caso si sono considerate le forie orizzontali a distanza prossimale, poiché si intende valutare esclusivamente l'impegno visivo durante la lettura.

Nella seguente tabella 3.5.2 sono state riportate le stereoacuità e i corrispettivi tempi di lettura dei soggetti con forie buone:

foria buona	stereopsi	tempo
	20	57
	40	45
	20	49
	30	61
	70	44
	70	52
	25	49

**Tab 3.5.2: tabella dei valori di stereopsi e tempi di esecuzione del King-Devick nei soggetti con forie a norma.**

Dalla tabella si è costruito, attraverso l'utilizzo di Excel un grafico a dispersione, con i valori di stereopsi posizionati sull'asse x e i tempi di esecuzione del King-Devick test sull'asse y:

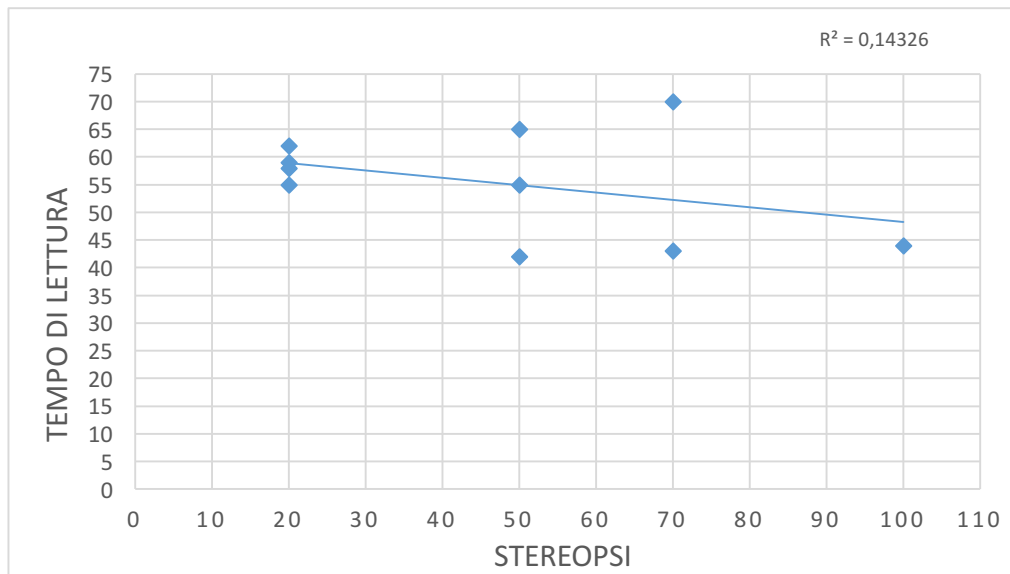


**Grafico 3.5.3: correlazione tra stereopsi e tempo di esecuzione del King-Devick test in soggetti con foria prossimale buona.**

Dall'andamento della linea di tendenza del grafico si osserva che esiste una correlazione negativa: per soggetti che presentano forie 'a norma' il tempo di lettura (considerando i movimenti saccadici) sembra aumentare all'abbassarsi della stereoacuità. Tuttavia, anche in questo caso il valore di  $R^2 = 0,2$  è molto lontano da 1 quindi si deduce che la correlazione supposta sia quasi assente. Si è ripetuta la stessa valutazione per la popolazione che presentava forie 'fuori norma' e si è costruito un altro grafico a dispersione:

foria fuori norma	stereopsi	tempo
	20	58
	20	59
	20	55
	20	62
	50	55
	50	65
	50	42
	70	70
	100	44
	70	43

**Tab 3.5.4: tabella dei valori di stereopsi e tempi di esecuzione del King-Devick test nei soggetti con forie fuori norma.**



**Grafico 3.5.5: correlazione tra stereopsi e tempo di esecuzione del King-Devick test in soggetti con foria prossimale fuori norma.**

Anche nel grafico 3.5.4 sembra esserci una relazione negativa tra stereopsi e tempo di lettura; tuttavia,  $R^2 = 0,1$  rende l'ipotesi di correlazione quasi nulla.

Da entrambi i grafici e dai rispettivi valori di  $R^2$  si evince che non esiste alcuna correlazione tra stereopsi, foria prossimale e tempo di lettura in nessuno dei due gruppi considerati.

Una più vasta numerosità campionaria avrebbe probabilmente dato dei risultati più significativi.

## II CONCLUSIONI

In questo studio pilota si è trattato di come alcuni parametri della visione binoculare possano influenzare le abilità di lettura.

In conclusione si può affermare che dai dati raccolti in questo screening non emerge alcuna correlazione significativa tra le variabili binoculari considerate e le performances di lettura.

Si è osservato, inoltre, se le condizioni refrattive del soggetto potessero anch'esse interferire con i tempi impiegati nella lettura; tuttavia, statisticamente parlando, non è emersa nemmeno in questo caso alcuna correlazione significativa.

Lo studio ha presentato, senza dubbio, alcuni limiti. Uno di questi, come affermato più volte, riguarda la ridotta numerosità campionaria che non ha consentito di fare una valutazione più precisa. Inoltre, anche la mancata selettività di soggetti che presentassero specifiche problematiche binoculari ha rappresentato un importante limite nello studio. Infatti, non è da escludere che analizzando un maggior numero di soggetti con specifiche disfunzioni a livello binoculare si sarebbero potuti ottenere risultati diversi. Tuttavia, trattandosi di uno screening visivo a cui sono stati chiamati quanti più soggetti possibili, non si potevano conoscere le caratteristiche binoculari di ciascun ragazzo e per questo il campione di soggetti esaminato è stato quasi casuale. Inoltre, i casi con gravi problematiche binoculari o con alte ametropie solitamente non sono portati ad uno screening in quanto esso si limita a delineare un quadro generale della situazione visiva di ciascun ragazzo. Questi soggetti sono continuamente monitorati e visitati in modo più approfondito. Nonostante questo, non è da sottovalutare l'importanza che rivestono gli screening optometrici in età scolare. Essi sono un valido strumento per riconoscere precocemente eventuali disturbi visivi fornendo la possibilità ai genitori di sottoporre i propri figli ad un esame optometrico. Un'altra importante funzione degli screening è quella di poter prelevare dati per poter effettuare un'indagine statistica su test e abilità visive.

Soffermandoci ora sui risultati di questo screening, i parametri binoculari considerati, ovvero stereopsi e forie orizzontali prossimali, non hanno influenzato

le abilità di lettura. Nella valutazione della correlazione tra stereopsi e tempi di lettura si è mostrata una certa correlazione che tuttavia a livello statistico non è risultata significativa. Anche la valutazione di stereopsi e foria prossimale ha dato una certa correlazione: sia i soggetti con foria a norma sia quelli con foria fuori norma all'abbassarsi della stereoacuità hanno mostrato un aumento del tempo di lettura. Tuttavia, statisticamente parlando, anche in questo caso, tale correlazione non è risultata essere significativa. In entrambi i casi, una maggiore numerosità campionaria avrebbe potuto dare dei risultati diversi. Anche nella valutazione di una possibile correlazione tra forie e abilità di lettura, attraverso il test parametrico T student, non è stata rilevata alcuna differenza significativa tra le due medie studiate (media del tempo di lettura in soggetti con foria a norma e media del tempo in soggetti con foria fuori norma). La differenza tra le due medie risultanti è dunque affidabile al caso.

Si è osservato, inoltre, se i difetti refrattivi dei soggetti potessero interferire con le performances di lettura. Si sono valutati sia i soggetti miopi che quelli ipermetropi latenti, anche questa volta attraverso il test T di student. Anche qui la differenza fra le medie dei tempi di lettura considerati non sono state significative; pertanto si evince che nessuno dei due difetti refrattivi influenzi l'attività di lettura.

Si è valutata, inoltre, una possibile correlazione tra sintomatologia, rilevata attraverso un questionario anamnestico e il tempo di esecuzione del King-Devick test. È stato calcolato il T student e confrontato con il valore teorico. Anche in questo caso la differenza tra le medie considerate non è risultata significativa, dunque, nello studio effettuato, la sintomatologia non ha influenzato le abilità di lettura. Come nelle altre valutazioni la scarsa numerosità campionaria ha costituito, senz'altro, un limite nei risultati ottenuti; inoltre, un solo soggetto su 18 ha registrato nel questionario un punteggio di sintomatologia significativa. Gli altri non hanno mostrato punteggi significativi. Dunque, anche questo può aver influito nella mancata presenza di correlazione tra i due fattori considerati.

Lo studio non ha dimostrato l'influenza dei parametri considerati con le abilità di lettura; tuttavia, come dimostrato in letteratura, esistono delle correlazioni evidenti in diversi studi.

In conclusione si può affermare che lo studio non ha portato ad alcun risultato significativo, tuttavia, alcuni dati, presi singolarmente, possono costituire un indizio se associati e correlati ad altri parametri della visione binoculare.

Risulterebbe interessante approfondire lo studio con un campione maggiore di soggetti, che potrebbe portare a risultati differenti.

# III APPENDICI

## APPENDICE A: QUESTIONARIO DI ANAMNESI

### QUESTIONARIO SINTOMI DELL'INSUFFICIENZA DI CONVERGENZA

(Vers. it.<sup>1</sup> da CISS: Convergence Insufficiency Symptom Survey)

NOME \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**PROCEDURA:** leggere al soggetto le domande proposte in modo chiaro senza esemplificazioni. In caso di risposta affermativa far indicare la frequenza .

**ISTRUZIONI:** "Risponda alle seguenti domande sullo stato dei suoi occhi durante la lettura o il lavoro da vicino"

		MAI	POCO FREQUENTE	QUALCHE VOLTA	SPESSO	SEMPRE
1	I tuoi occhi si affaticano durante la lettura o il lavoro da vicino ?					
2	I tuoi occhi sono sotto sforzo durante la lettura o il lavoro da vicino					
3	Hai mal di testa durante la lettura o il lavoro da vicino					
4	Avverti sonnolenza durante la lettura o il lavoro da vicino?					
5	Perdi la concentrazione durante la lettura o il lavoro da vicino?					
6	Hai difficoltà a ricordare ciò che hai letto ?					
7	Hai visione doppia durante la lettura o il lavoro da vicino?					
8	Vedi le parole muoversi, saltare, ondeggiare o galleggiare sulla pagina durante la lettura o il lavoro da vicino?					
9	Hai la sensazione di essere rallentato durante la lettura?					
10	Avverti delle improvvise fitte di dolore durante la lettura o il lavoro da vicino?					
11	Hai sensazioni di dolore agli occhi durante la lettura o il lavoro da vicino?					
12	Avverti una sensazione di stiramento intorno agli occhi durante la lettura o il lavoro da vicino?					
13	Avverti un annebbiamento delle parole o la sensazione che queste non siano stabili nella messa a fuoco durante la lettura o il lavoro da vicino?					
14	Perdi il segno durante la lettura o il lavoro da vicino?					
15	Hai necessità di rileggere lo stesso rigo durante la lettura?					
	<b>TOTALI</b>	___ x 0	___ x 1	___ x 2	___ x 3	___ x 4

**PUNTEGGIO TOTALE** \_\_\_\_\_

**Normativa di Predittività:**

età 9\* – 18 anni ≥ punti 16

età >18 anni ≥ punti 21

\*La predittività per soggetti inferiori a 9 anni non è stata documentata<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Versione ital. a cura di Gaia Brigida e M. Giulia Graviano "Insufficienza di convergenza: casi clinici e trattamento" - Corso di Laurea in Ottica e Optometria & Master "Scienze e Tecnologie della Visione" - Facoltà di Scienze MM.FF.NN. Università degli Studi di Padova - 2009 - Con modifiche.

<sup>2</sup> Mitchell Scheiman, G. Lynn Mitchell, Susan Cotter, Michael Rouse, Eric Borsting, Marjean Kulp, Jeffrey Cooper, Richard London, Janice Wensveen. A randomized clinical trial of vision therapy/orthoptics versus pencil pushups for the treatment of convergence insufficiency in young adults. The Convergence Insufficiency Treatment Trial (CITT) Study Group. *Optometry and Vision Science*, Vol. 83, No. 11, November 2006. *Orig. in:* A randomized clinical trial of treatments for convergence insufficiency in children. *Arch Ophthalmol*. 2005 Jan;123(1):14-24.

## APPENDICE B: SCHEDA DI LAVORO

### PROGETTO DI SCREENING VISIVO OPTOMETRICO (valutazione dei parametri della visione binoculare)

	Soggetto n°:	Esaminatore:	Data: ____/____/____																																				
	Nome:	Cognome:	Età:																																				
	Sesso: M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	Occhiale (se in uso):																																					
<b>ACUITA' VISIVA (AV)</b>	<b>OCCHIO DESTRO - OD</b>	Distanza: L ____ m	<b>OCCHIO SINISTRO - OS</b>																																				
	____/____	<b>OU</b> ____/____	____/____																																				
	ADEGUATO <input type="checkbox"/>	NON ADEGUATO <input type="checkbox"/>	ANOMALO <input type="checkbox"/>																																				
<b>acuità con +1.50</b>	____/____	____/____	____/____																																				
	ADEGUATO <input type="checkbox"/>	NON ADEGUATO <input type="checkbox"/>	ANOMALO <input type="checkbox"/>																																				
<b>acuità con foro stenopeico</b>	____/____	____/____	____/____																																				
	ADEGUATO <input type="checkbox"/>	NON ADEGUATO <input type="checkbox"/>	ANOMALO <input type="checkbox"/>																																				
<b>REFRAZIONE OGGETTIVA</b>	<b>OCCHIO DESTRO - OD</b>	<i>schiascopia statica</i>	<b>OCCHIO SINISTRO - OS</b>																																				
	sf ____ cil ____ ax ____		sf ____ cil ____ ax ____																																				
	ADEGUATO <input type="checkbox"/>	NON ADEGUATO <input type="checkbox"/>	ANOMALO <input type="checkbox"/>																																				
<b>STEREOPSI (ST)</b>	fino a: _____	ADEGUATO <input type="checkbox"/>	NON ADEGUATO <input type="checkbox"/>																																				
		ANOMALO <input type="checkbox"/>																																					
<b>VISIONE DEI COLORI</b>	ADEGUATO <input type="checkbox"/>	NON ADEGUATO <input type="checkbox"/>	ANOMALO <input type="checkbox"/>																																				
<b>FORIE</b>	Distanza: L ____ m	ADEGUATO <input type="checkbox"/>	NON ADEGUATO <input type="checkbox"/>																																				
	Distanza: V ____ m	ADEGUATO <input type="checkbox"/>	NON ADEGUATO <input type="checkbox"/>																																				
<b>valutazione abilità di lettura</b>	K-Devick test I	K-Devick test II	K-Devick test III																																				
	tempo: ____ s errori: ____	tempo: ____ s errori: ____	tempo: ____ s errori: ____																																				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">AV:</td> <td style="width: 25%;">9/10 - 10/10 ADEGUATO</td> <td style="width: 25%;">da 6/10 a 8/10 NON ADEGUATO</td> <td style="width: 25%;">≤ 5/10 ANOMALO</td> </tr> <tr> <td>SCHIASCOPIA:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(miopia)</td> <td>&lt; -0.50 ADEGUATO</td> <td>-0.50/-0.75 NON ADEGUATO</td> <td>≥ -1 ANOMALO</td> </tr> <tr> <td>(ipermetropia)</td> <td>&lt; +0.75 ADEGUATO</td> <td>da +0.75 a &lt; +2.00 NON ADEGUATO</td> <td>&gt; +2.00 ANOMALO</td> </tr> <tr> <td>STEREOPSI:</td> <td>≤ 60" ADEGUATO</td> <td>tra 61" e 100" NON ADEGUATO</td> <td>&gt; 100" ANOMALO</td> </tr> <tr> <td>ISHIHARA:</td> <td>1 errore ADEGUATO</td> <td>2 errori NON ADEGUATO</td> <td>&gt; 2 errori ANOMALO</td> </tr> <tr> <td>FORIE:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(lontano: norma 1dp exo±2)</td> <td>orto/lieve exo ADEGUATO</td> <td>exo o eso NON ADEGUATO</td> <td>alta exo o eso ANOMALO</td> </tr> <tr> <td>(vicino: norma 3dp exo±3)</td> <td>da 1dp a 5dp exo ADEGUATO</td> <td>orto/&gt; 6dp exo NON ADEGUATO</td> <td>eso o &gt; 8exo ANOMALO</td> </tr> </table>				AV:	9/10 - 10/10 ADEGUATO	da 6/10 a 8/10 NON ADEGUATO	≤ 5/10 ANOMALO	SCHIASCOPIA:				(miopia)	< -0.50 ADEGUATO	-0.50/-0.75 NON ADEGUATO	≥ -1 ANOMALO	(ipermetropia)	< +0.75 ADEGUATO	da +0.75 a < +2.00 NON ADEGUATO	> +2.00 ANOMALO	STEREOPSI:	≤ 60" ADEGUATO	tra 61" e 100" NON ADEGUATO	> 100" ANOMALO	ISHIHARA:	1 errore ADEGUATO	2 errori NON ADEGUATO	> 2 errori ANOMALO	FORIE:				(lontano: norma 1dp exo±2)	orto/lieve exo ADEGUATO	exo o eso NON ADEGUATO	alta exo o eso ANOMALO	(vicino: norma 3dp exo±3)	da 1dp a 5dp exo ADEGUATO	orto/> 6dp exo NON ADEGUATO	eso o > 8exo ANOMALO
AV:	9/10 - 10/10 ADEGUATO	da 6/10 a 8/10 NON ADEGUATO	≤ 5/10 ANOMALO																																				
SCHIASCOPIA:																																							
(miopia)	< -0.50 ADEGUATO	-0.50/-0.75 NON ADEGUATO	≥ -1 ANOMALO																																				
(ipermetropia)	< +0.75 ADEGUATO	da +0.75 a < +2.00 NON ADEGUATO	> +2.00 ANOMALO																																				
STEREOPSI:	≤ 60" ADEGUATO	tra 61" e 100" NON ADEGUATO	> 100" ANOMALO																																				
ISHIHARA:	1 errore ADEGUATO	2 errori NON ADEGUATO	> 2 errori ANOMALO																																				
FORIE:																																							
(lontano: norma 1dp exo±2)	orto/lieve exo ADEGUATO	exo o eso NON ADEGUATO	alta exo o eso ANOMALO																																				
(vicino: norma 3dp exo±3)	da 1dp a 5dp exo ADEGUATO	orto/> 6dp exo NON ADEGUATO	eso o > 8exo ANOMALO																																				



## IV BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA:

1. **Maffioletti S.**, Bambini e lettura: Il ruolo della visione nelle abilità del bambino, 2008.
2. **Maffioletti S.**, Bambini e lettura: Sensibilizziamo i genitori; luglio-agosto 2013.
3. **Rossetti A., Gheller P.**; Manuale di optometria e contattologia; cap. 7: vedere con due occhi; Zanichelli; II edizione; Bologna; 2003.
4. **Saladin J. J.**; Phorometry and Stereopsis; in: Borish's Clinical Refraction; William J. B.; Butterworth Heinemann Elsevier; 2006.
5. **Scheiman M., Wick B.**, Heterophoric accomodative and eye movement disorders; in: Clinical management of binocular vision; Lippincott Williams & Wilkins; II edizione Philadelphia; 2002.
6. **Manitto M.P., Maffioletti S.** Dagli occhi al cervello: il percorso della visione; in: Maffioletti S, Pregliasco R, Ruggeri L. Il bambino e le abilità di lettura: il ruolo della visione; 2005.
7. **Ruggeri L., Ciriello M.**, Uno sguardo alla psicologia dello sviluppo; in: Maffioletti S., Pregliasco R., Ruggeri L. Il bambino e le abilità di lettura: il ruolo della visione; 2005.
8. **Faini M.** L'esame optometrico preliminare. Milano: Assopto, Acofis, 2003.
9. **Elliot D. B.**; Clinical Procedures in Primary Eye Care; Elsevier; VI edizione; Philadelphia; 2014.
10. **Scheiman M., Wick B.**; Clinical management of binocular vision: heterophoric accomodative and eye movement disorders; cap. 1: Diagnostic Test; III edition.
11. **J. James Saladin**, Effects of Heterophoria on Stereopsis; Optometry and Vision Science; 1995; vol.72, pp. 487-492.
12. **Ansons A. M., Davis H.**, Clinical Features, Aetiology and Management of Specific Disorders; in: Diagnosis and Management of ocular motility disorders; section III; III edition.
13. **De' Sperati**, I movimenti oculari; cap. 6: pp. 155-172:  
[http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/MOVIMENTI\\_OCULARI.pdf](http://win.pisavisionlab.org/teaching/burr/MOVIMENTI_OCULARI.pdf) .

14. **Leonardi E.**, Motilità oculare; in: *Oftalmologia*; Bucci M. G.; Società Editrice Universo; 1993; cap. 21.
15. **Tacconella P.**, I meccanismi della lettura; *Rivista Italiana Optometria*; 1997; 20/04: pp. 146-151.
16. **Maffioletti S., Panzeri S.**, L'implicazione del sistema visivo nella dislessia; *Aprile* 2000.
17. **Kandel E.R., Schwartz J.H., Jessel T.M.**, *Principi di Neuroscienze*; Bologna, Zanichelli; 1988.
18. **Scheimann M. M., Rouse M. W.**, the relationship between vision and learning; in: *Optometric management of learning-related vision problems*; II edition; 1994.
19. **Simons H.D.**, An Analysis of the role of Vision Anomalies in Reading Interference; *Optometry & Vision Science*; 1993, pp. 369-373.
20. **Simons H.D.**, Vision Anomalies and reading Skill: A Meta-Analysis of the Literature; *American Journal of Optometry & Physiological Optics*; vol. 65; 1988; pp. 893-904.
21. **Saladin J.J.**; Effects of Heterophoria on Stereopsis; *Optometry and Vision Science*; 1995; vol.72, pp. 487-492.
22. **Hussey E. S.**, Remote treatment of intermittent central suppression improves quality of life measures; *Optometry*, Vol 83, Gennaio 2012; pp. 19-26.
23. **Sheedy J.E., Saladin J.J.**; Phoria, vergence, and fixation disparity in oculomotor problems; *American Journal of Optometry & Physiological Optics*; vol. 54; 1977; pp. 474-478.
24. **Fanottoli F.**, *Optometria pediatrica; Definizione e scopo di un esame visivo*: <http://www.francescofanottoli.com/optometria-pediatria>.
25. **Marjean Taylor Kulp, Paulette P. Schmidt**; in *Visual Predictors of Reading Performance in Kindergarten and First Grade Children*; *Optometry and Vision Science*, 1996, American Academy of Optometry.
26. **Traccis S., Zambarbieri D.**, *I movimenti saccadici*; 1992; Pàtron editore.

27. **Millodot M., O'Leary D.J.**, The Discrepancy between retinoscopic and subjective measurements: effect of age; American journal of optometry and physiological optics; Maggio 1978; pp. 309- 316.
28. **Borish I.M.**, Clinical Refraction, III Edition, Professional Press, 1970, Chapter 18.
29. **M. V. Vartianen et al.**; King-Devick test normative references values for professional male ice hockey players; in: Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports; 20 agosto 2014.
30. **Leong F. D. et al.**; the Effect of Saccadic Training on Early Reading Fluency; in: Clinical Pediatrics: SAGE Journals; 1 maggio 2014.
31. **Morad Y. et al.**, Correlation between reading skills and different measurements of convergence amplitude; Current Eye Research; Agosto 2002.

## V RINGRAZIAMENTI

Colgo l'occasione per ringraziare 'Ottica Micaglio' e tutto il suo team per aver messo a disposizione gli spazi e gli strumenti necessari alla raccolta dei dati e dunque alla stesura di questo elaborato. Ringrazio in particolare Mariagrazia per essersi apprestata a raccogliere un numero di persone sufficiente alla riuscita dello studio.

Ringrazio tutti i miei amici più cari per essermi sempre vicini. Mi sento fortunata ad avervi perché con voi i problemi risultano essere meno pesanti e difficili da affrontare.

Il ringraziamento più importante lo voglio fare alla mia famiglia che mi è sempre stata accanto e non mi ha mai fatto mancare il suo sostegno e il suo aiuto durante questi anni di università. Un grazie speciale lo voglio fare a mia madre e mio padre per aver sempre creduto in me e per avermi dato il loro costante supporto, soprattutto nei momenti più difficili. Vi ringrazio perché siete il mio esempio e la mia guida.