



Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Fisica “Galileo Galilei”

Corso di Laurea in Ottica e Optometria

TESI DI LAUREA

Influenze della visione binoculare sulla velocità di lettura

(Influences of binocular vision on reading speed)

Relatore: Prof. Anto Rossetti

Correlatore: Prof.ssa Cristina Canova

Laureanda:

Eleonora Vetrali

Matricola: 1044999

Anno Accademico 2015/2016

INDICE

ABSTRACT	3
1. INTRODUZIONE	5
1.1 Introduzione allo studio.....	5
1.2 Oculomotricità.....	6
1.3 Visione binoculare.....	8
1.3.1 Accomodazione.....	8
1.3.2 Convergenza.....	9
1.3.3 Eteroforie e Disparità di Fissazione.....	10
1.4 Influenze sulla lettura.....	11
2. MATERIALI E METODO	13
2.1 Selezione della popolazione.....	13
2.2 Lettura.....	14
2.3 Foria.....	16
2.4 Disparità di Fissazione.....	17
2.5 Comfort.....	19
2.5.1 Sintomatologia.....	20
2.5.2 Comfort Binoculare.....	20

2.6 Analisi Statistica.....	22
2.6.1 Foria.....	22
2.6.2 Disparità di Fissazione.....	23
2.6.3 Sintomatologia.....	23
2.6.4 Comfort Binoculare.....	24
2.6.5 Test t di Student per campioni indipendenti.....	24
3. RISULTATI E DISCUSSIONE.....	27
3.1 La popolazione.....	27
3.2 Foria.....	28
3.3 Disparità di Fissazione.....	30
3.4 Comfort.....	31
3.4.1 Sintomatologia.....	31
3.4.2 Comfort Binoculare.....	32
3.5 Considerazioni personali e Limiti dello studio.....	34
4. CONCLUSIONI.....	36
BIBLIOGRAFIA.....	38
RINGRAZIAMENTI.....	42

ABSTRACT

OBIETTIVO

Lo scopo dello studio è verificare se esiste una correlazione tra la velocità di lettura e alcune variabili di visione binoculare.

METODO

È stata selezionata una popolazione di 40 soggetti tra i 20 e i 29 anni e ad ognuno è stata cronometrata la velocità di lettura, tramite le *Tavole di Lettura di Radner*²⁷. Sono poi stati valutati i valori di:

- foria orizzontale, tramite test di *von Graefe*;
- disparità di fissazione, tramite *Disparometro Intervision per vicino*;
- comfort binoculare alla distanza prossimale, tramite valutazione delle vergenze e *Criterio di Sheard*³⁵;
- sintomatologia tramite *Questionario di Anamnesi*³⁴.

RISULTATI

La media μ della velocità di lettura nell'intera popolazione è risultata di 172,73 w/min (*words/minute*) con una deviazione standard σ di 23,36 w/min.

26 soggetti (65%) hanno presentato una foria orizzontale che rientra nella norma secondo i criteri proposti da Scheiman-Wick³⁶, mentre i rimanenti 14 (35%) una foria fuori norma di almeno una deviazione standard. La differenza tra le medie di questi due campioni non è risultata però statisticamente significativa.

Per quanto riguarda la disparità di fissazione non è stata svolta l'analisi statistica a causa della ridotta numerosità campionaria dei soggetti che presentavano disparità:

infatti solo 5 soggetti (12,50%) sono risultati positivi al test della disparità di fissazione.

Nella determinazione della sintomatologia 31 soggetti (77,50%) hanno dichiarato sintomi lievi, mentre i restanti 9 (22,50%) hanno lamentato sintomi moderati nell'attività prossimale. Anche in questo caso la differenza tra le medie campionarie non è risultata statisticamente significativa. Tuttavia la media della velocità di lettura nei soggetti con sintomatologia lieve è risultata maggiore rispetto alla media dei soggetti con sintomatologia moderata.

Infine per quanto riguarda il comfort binoculare, 29 soggetti (72,50%) sono risultati in condizioni di comfort secondo il criterio proposto da Sheard, mentre 11 soggetti (27,50%) sono risultati fuori comfort secondo lo stesso criterio. Anche in questo caso, come per la sintomatologia, nonostante la differenza tra le medie campionarie non sia risultata statisticamente significativa, si è potuto osservare che la media della velocità di lettura nel campione con soggetti in comfort è risultata maggiore rispetto a quella dei soggetti fuori comfort.

CONCLUSIONI

Un limite dello studio è senza dubbio la ridotta numerosità campionaria. Tuttavia, nonostante i risultati non presentino significatività statistica, osservando per esempio le medie campionarie in riferimento alla sintomatologia e al comfort binoculare, si può ipotizzare che, conducendo uno studio più ampio, con una più alta numerosità campionaria, i risultati possano essere diversi.

A livello statistico però, in questo specifico campione che è pressoché normale, la velocità di lettura non è influenzata dalle variabili binoculari considerate.

1. Introduzione

1.1 INTRODUZIONE ALLO STUDIO

La lettura è sicuramente un'attività che la maggior parte di noi oggi si trova a svolgere nelle più svariate circostanze, dall'ambito lavorativo, al tempo libero o come semplice azione spontanea davanti a un testo scritto, che si tratti di un testo stampato in formato cartaceo o di un testo scritto su altri supporti quale per esempio uno schermo digitale. Per lettura si intende l'integrazione di abilità visive e cognitive, è un'azione psicofisica, che permette lo svolgimento della conversione tra grafema e fonema, e la comprensione di ciò che viene letto¹.

Si tratta di un'attività indispensabile nella vita quotidiana, e una perdita di funzionalità implica una perdita di indipendenza, una vita meno produttiva ed una diminuzione della qualità della vita². Inoltre, la lettura stessa può essere considerata parametro per altre attività nella vita quotidiana³, basti pensare ad esempio alla pratica di clinica optometrica.

Con la lettura si coglie un senso e un significato tramite interpretazione e decodificazione; la lettura è traduzione di un codice e capacità di rispondere adeguatamente alle circostanze ambientali e sociali¹. Ma non dimentichiamo che se leggiamo, è perché, per primi, sono i nostri occhi a funzionare; la visione sta alla base del nostro primo approccio col mondo esterno, e nel caso della lettura, del nostro approccio a questa modalità della trasmissione culturale.

Certo è che davanti a un testo da leggere, non tutti si comportano allo stesso modo, chi lo fa a una certa velocità, chi ad un'altra, chi più fluidamente di altri, chi addirittura lo evita. Ma cosa davvero influisce sull'approccio alla lettura in ognuno di noi? E più specificatamente cosa differenzia una performance di lettura da un'altra?

Dal punto di vista optometrico è bene soffermarci su come funziona la visione, in particolare la binocularità, e quindi su come funziona il sistema visivo durante questa pratica. Lo scopo di questo studio è verificare alcuni aspetti strettamente

optometrici della visione binoculare e dell'accomodazione possano influenzare in qualche modo la lettura, e se strumentazione di pratico uso e di costo non eccessivo permetta questa valutazione, con lo scopo di diffondere un'attenzione tra gli operatori a questo tipo di valutazione.

1.2 OCULOMOTRICITÀ

Alla base della lettura ci sono senza dubbio i movimenti oculari, in particolare saccadi di fissazione (movimenti molto rapidi tra un punto di fissazione e un altro). Si tratta in questo caso di movimenti binoculari, detti *coniugati* o *versioni*, in quanto sincroni e nella stessa direzione, finalizzati alla foveazione, ovvero la messa a fuoco dell'oggetto osservato in fovea⁴.

Durante la lettura, gli occhi svolgono questi movimenti da sinistra a destra (o viceversa o in verticale per altri tipi di scrittura), con pause di fissazione tra un movimento e l'altro, durante le quali il soggetto coglie il significato del testo scritto e lo elabora, in quanto durante le saccade è impossibile l'interpretazione⁵ (sospensione saccadica della visione).

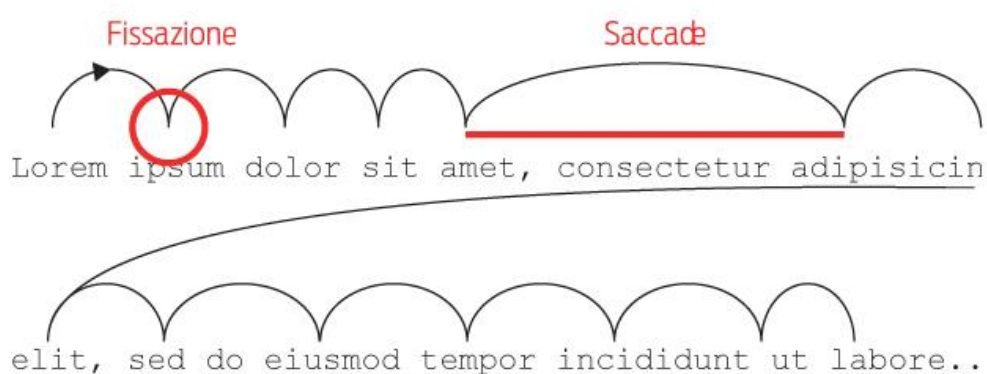


Figura 1. Esempio di tracciato delle fissazioni su un testo.
(www.comunicazionemagazine.com/neuromarketing-i-caratteri-e-il-cervello/)

Le fissazioni hanno una durata media di circa 200-250 ms, con fluttuazioni legati al livello di competenza del soggetto e alla difficoltà del testo scritto⁶, e servono appunto per concentrarsi sulle parole chiave, o quelle che il soggetto coglie come

più importanti allo scopo interpretativo del testo; il messaggio viene inviato tramite il nervo ottico alla corteccia visiva primaria da dove poi l'informazione viene trasmessa a circa altre trenta diverse aree dell'encefalo, adibite alla creazione dell'immagine mentale derivata da ciò che il soggetto vede, e in questo caso legge⁷.

Il lettore esperto è in grado di alternare a piacimento uno stile di lettura automatico ad uno più controllato, dalla lettura di più parole per volta in modo rapido e in sequenza, alla lettura sillabica di parole non conosciute e/o particolarmente lunghe, alle rifissazioni e alle regressioni.

Possono subentrare dei meccanismi durante la lettura che la rallentano, durante i quali la fovea oltrepassa l'oggetto di interesse, detti "*overshoot*". Questi possono essere di tre tipi:

- *Overshoot rapido*, caratterizzato da un recupero della fissazione in pochi millisecondi;
- *Overshoot rallentato* durante il quale la fovea viene riportata sull'oggetto di interesse tramite un movimento relativamente lento (circa 200 ms);
- *Overshoot statico* in cui gli occhi rimangono fermi per circa 150-200 ms prima di riacquistare la corretta fissazione.

Ecco che durante la scansione di una riga, possono essere necessari movimenti a ritroso, in direzione opposta, per correggere questi eventuali *overshoot*, movimenti detti appunto regressioni⁸. Si tratta di movimenti meno ampi rispetto ai movimenti progressivi, di durata inferiore e proporzionale alla difficoltà di elaborazione del testo⁵. Si tratta sostanzialmente di movimenti svolti durante una rilettura, ecco perché causa di rallentamenti nello svolgimento di questa attività.

In un lettore normale, solitamente questi movimenti impegnano dal 5 % al 20% di tutta l'attività.

Le rifissazioni, altra causa di eventuale rallentamento, non sono altro che ripetizioni di più fissazioni sulla medesima parola⁹.

Nella lettura normale invece i movimenti progressivi, costituendo il 90% dei movimenti durante la lettura, vanno da sinistra a destra in modo estremamente veloce durando circa 10-20 ms (il tempo di cogliere mediamente circa sette/nove caratteri) e compiendo un movimento dai 2° ai 4°.

Infine abbiamo i movimenti di ritorno, movimenti che gli occhi compiono al termine della riga per passare a quella successiva, della durata di circa 65 ms¹⁰, e di ampiezza di circa 10°, spesso accompagnati da una sorta di saccade detta *correttiva* per ristabilire la corretta fissazione nel passaggio alla riga successiva, con variazioni legate alla larghezza del testo esaminato¹¹.

1.3 VISIONE BINOCULARE

1.3.1 Accomodazione

In condizioni statiche, l'occhio è adattato per ricevere a fuoco sulla retina i raggi provenienti dall'infinito; nel momento in cui però riceve uno stimolo diretto o riflesso, quale può essere lo sfuocamento dell'immagine o un movimento di vergenza orizzontale o la necessità di vedere un oggetto a distanza ravvicinata, ecco che entra in gioco un processo definito accomodazione. Questo meccanismo è svolto in primo luogo dal muscolo ciliare che, contraendosi per lo stimolo ricevuto, determina l'aumento della convessità del cristallino, e quindi l'aumento del suo potere diottrico¹². Questa deformazione permette la messa a fuoco di oggetti poste a distanze diverse dall'infinito.

L'accomodazione presenta una certa ampiezza, data dalla differenza tra il punto prossimo (fuoco coniugato retinico in condizioni di massimo accomodazione) e il punto remoto (fuoco coniugato retinico ad occhio non accomodato)¹². Quest'ampiezza è molto ampia in età giovanile per poi decrescere progressivamente con l'età, sia per un'involuzione delle fibre del muscolo ciliare, sia per un irrigidimento del cristallino¹² (fig. 2).

Età	Punto prossimo	DONDERS
		Ampiezza Accom.
10	7 cm.	14 D.
15	8	12
20	10	10
25	12	8,5
30	13	7
35	18	5,5
40	22	4,5
45	28	3,5
50	40	2,5
55	57	1,75
60	100	1
65	200	0,5
70	400	0,25

Figura 2. Ampiezza accomodativa in base all'età secondo Donders.

Eventuali anomalie accomodative, come per esempio un eccesso accomodativo, o al contrario un'insufficienza accomodativa, possono causare problemi di astenopia, visione sfuocata, cefalea, stanchezza oculare e difficoltà nel mantenere l'impegno visivo, soprattutto a breve distanza¹².

Inoltre si sa che durante un impegno a distanza diversa dall'infinito, secondo quella che è comunemente detta *triade accomodativa* entrano in ballo non solo l'accomodazione ma anche la miosi, per concentrare il maggior numero di raggi esattamente sulla macula, e, per questo studio più rilevante, la convergenza.

1.3.2 Convergenza

Per convergenza si intende un movimento sincrono dei due occhi per osservare un oggetto posto a distanza finita; oltre alla *convergenza fisiologica*, responsabile della convergenza tonica che determina la posizione di riposo assunta normalmente dagli assi visuali in assenza di stimoli di fusione, si ha una componente detta *convergenza accomodativa*.

Si tratta di una componente associata allo sforzo accomodativo, da cui dipendono tutte le variazioni di convergenza (la convergenza fisiologica e un'altra componente volontaria rimangono stabili per il soggetto)¹³.

Ecco quindi che nella normale visione binoculare, accomodazione e convergenza lavorano in sincinesia ma con gradi di libertà: quando l'attenzione è concentrata su un oggetto a distanza prossimale, viene stimolata la convergenza per mantenere la corrispondenza delle immagini retiniche; allo stesso tempo la necessità di mantenere a fuoco l'immagine richiede una certa quantità di accomodazione¹⁴, secondo un processo già notato da Donders (1864).

Nella visione binoculare è necessaria la presenza di immagini nitide da entrambe le fovee: ecco quindi che la componente accomodativa durante la lettura deve garantire le immagini delle lettere a fuoco alla distanza considerata, mentre la convergenza permette di allineare gli occhi a quella stessa distanza.

1.3.3 Eteroforie e Disparità di Fissazione

Nella lettura e in genere in qualsiasi altra attività, questa capacità di mantenere una visione binoculare a fuoco alla distanza desiderata è influenzata anche dalle condizioni di eteroforia e disparità di fissazione.

Già nel 1906, Stevens coniò il termine *eteroforia* definendola come una deviazione latente degli occhi¹⁵; successivamente Fry la definì come la posizione presa dagli assi visuali, relativamente l'uno all'altra, in assenza di stimoli di fusione¹⁶.

In sostanza si tratta di una tendenza latente alla deviazione, compensata dalla capacità fusionale; in assenza di richiesta di fusione l'occhio assumerà questa posizione eteroforica, ovvero una posizione che possiamo definire "di riposo".

La condizione di assenza di deviazione è detta *ortoforia*, in cui l'allineamento degli assi visivi si mantiene anche in mancanza di stimolo fusionale.

Si definiscono invece le seguenti eteroforie:

- *Esoforia*: tendenza spontanea degli assi visivi a convergere, compensata dai meccanismi fusivi di divergenza.
- *Exoforia*: tendenza spontanea degli assi visivi a divergere, compensata dai meccanismi fusivi di convergenza.

Si tratta di eteroforie che si sviluppano sul piano orizzontale di sguardo; esistono anche deviazioni lungo il piano verticale (iperforia e ipoforia) ma per questo studio ci si è concentrati sulle deviazioni orizzontali.

Durante la fissazione binoculare di un oggetto, poi c'è da considerare che non sempre le immagini dei due occhi si formano su due punti retinici esattamente corrispondenti, pur rientrando nell'area di Panum; questi piccoli disallineamenti, dell'ordine di frazioni di grado, sono riuniti sotto il nome di Disparità di Fissazione. Il grado di disparità è limitato dalle dimensioni dell'area di Panum¹⁷.

L'area di Panum è appunto la zona di tolleranza in cui questi piccoli disallineamenti sono compensati. Se questi eccedono l'area di Panum, si cade nel fenomeno della diplopia.

1.4 INFLUENZE SULLA LETTURA

Parlando in termini di influenze sulla lettura, sono state definiti due tipi di interferenza: la prima, etichettata come *influenza percettiva*, implica la rottura appunto dell'aspetto percettivo nel processo di lettura, che include il riconoscimento e l'identificazione delle lettere e delle parole o della sequenza delle parole. In questo tipo di interferenza, la lettura risulta indebolita in quanto il lettore non è in grado di comprendere quanto scritto perché percepisce i caratteri non accuratamente definiti. Questo tipo di interferenza può essere causato da diplopia, episodi di annebbiamento, o problemi oculomotori che limitano l'abilità di fissazione del lettore e di lettura in sequenza delle parole¹⁸.

Il secondo tipo è detto *interferenza funzionale*. In questo tipo il processo di lettura è intatto, ma la presenza di anomalie di visione e di sintomatologia legata a un impegno a distanza ravvicinata, rendono in realtà l'azione meno efficiente. Il lettore può percepire accuratamente e comprendere il testo scritto, ma con uno sforzo superiore alla norma, dovuto appunto a queste anomalie e che dà origine a specifici sintomi. Il risultato può essere una lettura meno efficiente in termini di velocità, spesso legata a un maggior numero di fissazioni e regressioni¹⁹. Un'anomalia visiva come per esempio una foria o una disparità di fissazione fuori norma, un'insufficienza accomodativa o di convergenza, richiedono al lettore uno sforzo

accomodativo e fusionale maggiore del normale per mantenere una visione binoculare singola durante la lettura. Questo sforzo, può far aumentare i movimenti di regressione e rifissazione, aumentando così il tempo, e di conseguenza riducendo la velocità di lettura¹⁸.

Tuttavia è stato anche affermato che il principale fattore per determinare se un'anomalia nella visione binoculare possa interferire con la lettura, è la sintomatologia, in quanto eventuali problematiche, quali per esempio una foria elevata, generalmente causano astenopia e di conseguenza producono sintomi lamentati dal lettore. Un'anomalia di visione compensata fisiologicamente, quale può essere per esempio l'eteroforia, in assenza di sintomi non produrrà generalmente interferenze con la lettura; se un sintomo è presente, invece, in base anche alla sua natura e alla sua gravità, indurrà il paziente verso il discomfort, giocando quindi un ruolo fondamentale nella performance di lettura¹⁸. A sostegno di ciò, è stato dimostrato che soggetti sintomatici, in confronto con soggetti asintomatici, presentino valori diversi di foria orizzontale prossimale, in particolare presentino una sintomatologia proporzionale al grado di foria, specialmente verso l'elevata exoforia. Per quanto riguarda invece la disparità di fissazione, questa non ha portato a risultati evidenti quanto l'eteroforia²⁰.

Dunque parlando in termini di binocularità ecco che le variabili che entrano in gioco durante una qualsiasi attività, e in particolare in questo caso durante la lettura, e possono quindi influire, sono tante. Durante questo studio ci si è voluti concentrare su quanto, come e se, il funzionamento sincrono dei due occhi possa influenzare la capacità di lettura, in termini di velocità, come è già stato discusso in numerosi studi nel corso del tempo ottenendo tuttavia risultati contrastanti. Alcuni ricercatori hanno sostenuto di non aver trovato alcuna correlazione tra anomalie binoculari e problemi nella lettura²¹⁻²²; altri studi invece hanno dimostrato una correlazione tra bassi rendimenti nella lettura e disfunzioni binoculari²³⁻²⁴⁻²⁵.

2. Materiali e Metodo

2.1 SELEZIONE DELLA POPOLAZIONE

È stato selezionato un campione di 40 soggetti scelti casualmente tra gli studenti di Ottica e Optometria dell'Università degli Studi di Padova e tra i pazienti di uno studio optometrico di Montagnana (PD), di età compresa tra i 18 e 30 anni. A tutti i soggetti è stato chiesto il consenso a partecipare a un progetto di tesi di laurea sperimentale, informandoli sul tipo di attività, sullo scopo della ricerca e mantenendo l'anonimato.

La raccolta dei dati si è svolta tra gli ultimi mesi del 2015 e i primi del 2016.

In anamnesi sono state escluse patologie neurologiche, disturbi dell'apprendimento o patologie oculari che potessero compromettere la visione prossimale. È stato svolto a livello di screening un controllo delle principali funzioni visive e in particolare è stata verificata in ognuno di essi un'acuità visiva prossimale di almeno 8/10 in condizioni abituali.

Si tratta di un campione scelto casualmente, indipendentemente dall'attività lavorativa svolta o dall'abitudine alla lettura di ogni soggetto. Considerando la lettura come un'attività che può essere allenata, la variabilità del campione limita il rischio di ottenere dati influenzati dall'allenamento o meno, e dalle personali abitudini di ogni soggetto (in Italia oggi secondo l'ISTAT la percentuale di lettori di libri si aggira attorno ai 41,4%, in calo soprattutto per la diminuzione di lettori "deboli", mentre i lettori "forti" si mantengono pressoché costanti attorno al 14%²⁶).

2.2 LETTURA

È stata valutata in ogni soggetto la performance di lettura come prima cosa, per evitare condizionamenti dovuti ai successivi test che possono risultare disorientanti. Come già detto, la qualità di lettura è stata valutata in termini di velocità. Ogni soggetto è stato sottoposto al test delle *Tavole di lettura di Radner (Radner - reading chart)*, utilizzando l'edizione italiana recentemente validata a cura di A. Calossi, L. Boccardo, A. Fossetti e W. Radner²⁷. Si tratta di un test standardizzato, già in uso in diverse lingue nel resto del mondo, per valutare l'acuità prossimale e, appunto, la velocità di lettura.

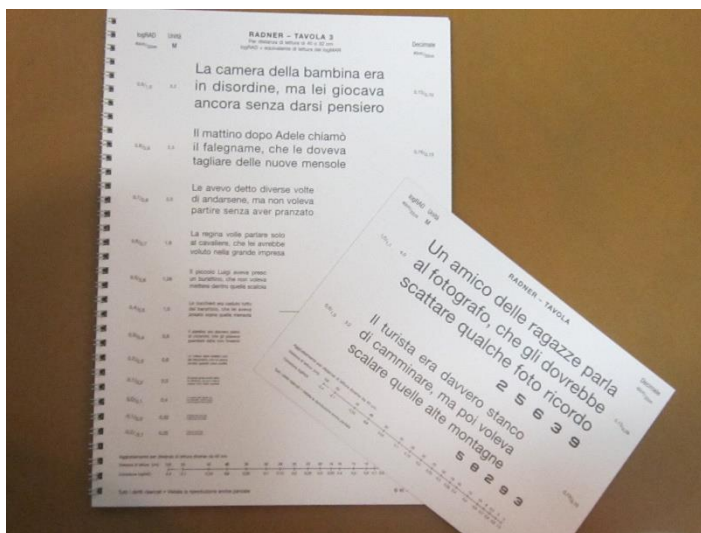


Figura 3. Tavole di Lettura di Radner.

Questo test si basa sul principio degli “ottotipi a frasi” con dimensioni dei caratteri che decrescono con una progressione logaritmica (logRAD, Reading Acuity Determination) per permettere successive analisi statistiche²⁷. Già Bailey e Lovie sostennero la possibilità, a cavallo tra gli anni ‘70 e ‘80, di determinare la velocità di lettura e l’acuità di lettura in un esame simultaneo: proposero infatti una sorta di ottotipo per la visione prossimale con parole indipendenti di dimensioni disposte in progressione logaritmica, una sorta di test che standardizzò caratteri, spaziature, numero di parole per riga, rendendo così ogni gruppo di parole approssimativamente di uguale difficoltà²⁸. Molti altri test furono creati con lo scopo di valutare la velocità di lettura, ma fino ad allora sembravano mancare di

standardizzazione per caratteri e dimensioni usate; i test più recenti sembrano invece seguire il modello proposto da Bailey e Lovie, come per esempio le tavole di MNRead²⁹, Colenbrander²⁴ e, appunto, di Radner³⁰.

Il soggetto, tenendo in mano egli stesso il test e portandolo alla sua distanza abituale, è stato 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.



Figura 4. Valutazione della velocità di lettura con le Tavole di Lettura di Radner

La procedura è stata intanto cronometrata, registrando il tempo di lettura di ogni frase, fino al raggiungimento della frase corrispondente alla sua acuità prossimale. Questa, si è dimostrata coincidere con quella che è detta Dimensione Critica di Stampa (CPS, Critical Print Size), ovvero la dimensione più piccola che il soggetto riesce a leggere alla sua massima velocità di lettura.

Durante i vari esami è stata controllata la luminanza della tavola, mantenuta costante attorno a 100 cd/m^2 , come suggerito anche dalle istruzioni del test, in quanto durante un impegno da vicino, come in questo caso la lettura, è fondamentale essere in condizioni di buona illuminazione. Questo fattore, insieme alle abitudini del soggetto, quale può essere per esempio la distanza riflessa di lettura, sono fondamentali nella valutazione della resa della performance³¹.

La media dei tempi misurati per ogni frase, è stata poi trasformata in parole al minuto (w/min, words/minute), calcolata appunto sia sulla base del numero di parole lette in una frase (14) sia del tempo (in secondi) necessario per leggere le frasi, secondo l'equazione:

$$\text{Velocità di lettura (w/min)} = \frac{14}{t(s)} \times 60 = \frac{840}{t(s)}$$

2.3 FORIA

In ogni soggetto è stata valutata la condizione o meno di eteroforia con la *tecnica di von Graefe* (o tecnica della *diplopia del prisma verticale*), usata similmente in altri studi³².

Al soggetto è stata mostrata una mira verticale di lettere 0.62M alla distanza di 40 cm; è stato invitato a chiudere gli occhi ed è stato inserito sull'occhio destro un prisma a base verticale di 6Δ base alta monoculare. Diminuendo progressivamente il valore dei prismi a base interna inseriti binocularmente, ci si è fermati nel momento in cui il soggetto ha dichiarato di vedere allineate le due mire verticali (diventate doppie per la dissociazione tramite il prisma verticale e allontanate tramite l'inserimento dei prismi orizzontali).



Figura 5. Valutazione della foria con tecnica di von Graefe.

Il tipo di deviazione è identificato secondo le definizioni di:

- Diplopia omonima: l'oggetto è localizzato dallo stesso lato dell'occhio che ne crea l'immagine. Questo si ha in caso di Esoforia, quantificata con prismi orizzontali a base esterna.
- Diplopia crociata: l'oggetto è localizzato dal lato opposto dell'occhio che ne crea l'immagine. Questo si ha in caso di Exoforia, quantificata con prismi orizzontali a base interna.

La tecnica von Graefe è una tecnica dissociante, ovvero basata sulla rottura della fusione, usata per quantificare le deviazioni latenti quali le eteroforie, comune nella pratica clinica optometrica in Italia e indicata in alcuni metodi (ad es. metodo OEP Optometric Extension Program) per la rilevazione delle forie.

2.4 DISPARITÀ DI FISSAZIONE

Per la misurazione della disparità di fissazione, è stato utilizzato il *Disparometro Intervention per Vicino*.



Figura 6. Disparometro Intervention per vicino.

Si tratta di un test che permette la valutazione nell'immediato della presenza o meno della disparità di fissazione (DF) orizzontale. La scelta di questo test è dovuta appunto all'immediatezza nella rilevazione di un'eventuale disparità e alla facile comprensione da parte del soggetto.

Al soggetto è stato chiesto di indossare gli occhiali polarizzati e di tenere il disparometro alla distanza della cordicella tesa (39 ± 1 cm) e all'altezza usata comunemente nella lettura.



Figura 7. Test della Disparità di Fissazione con Disparometro Intervision per vicino.

È stato chiesto inizialmente se riuscisse a leggere contemporaneamente le scritte sotto i rettangoli per confermare l'assenza di soppressione di uno dei due occhi; poi è stato chiesto se la linea verticale disegnata tra le scritte risultasse continua o spezzata. In questo caso, non si prevede la quantificazione della DF.

I possibili risultati sono:

- Assenza di disparità: le linee risultano perfettamente allineate in verticale (fig. 6)

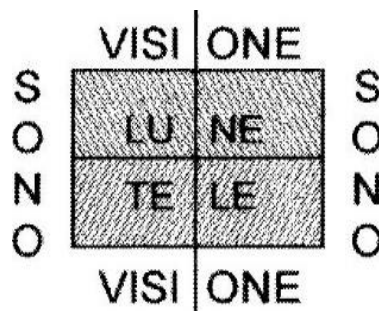


Figura 8. Assenza di disparità

- Exodisparità: la linea del rettangolo superiore a destra, o la linea del rettangolo inferiore a sinistra (fig. 7-8).

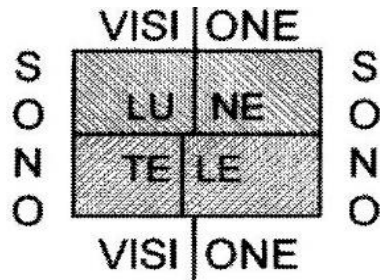


Figura 9. Exodisparità OD

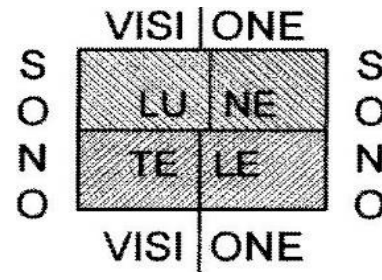


Figura 10. Exodisparità OS

- Esodisparità: la linea del rettangolo superiore a sinistra, o la linea del rettangolo inferiore a destra (fig. 9).

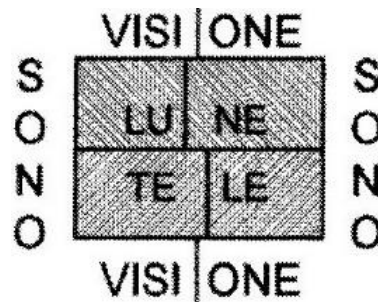


Figura 11. Esodisparità OD e OS

2.5 COMFORT

Si è voluto determinare il comfort in due modi per ogni soggetto, uno soggettivo, tramite un questionario di anamnesi e uno, più oggettivo tramite la misurazione delle vergenze fusionali e la determinazione di condizione o meno di comfort binoculare secondo il criterio di Sheard³³.

2.5.1 Sintomatologia

Per comfort visivo, in senso stretto del termine si intende una situazione di benessere, la mancanza di disturbi quali, primo fra tutti, l'astenopia.

È stato consegnato un questionario di anamnesi per la visione prossimale³⁴, con 25 domande a cui il soggetto avrebbe dovuto rispondere dando un punteggio da 0 a 4 in base alla frequenza con cui viveva le particolari condizioni descritte nei quesiti, dove 0 indica "mai" e 4 indica "sempre". Si tratta di domande tutte relative ad attività svolte da vicino, quindi in particolare anche ogni attività visiva di lettura. Alcuni esempi di quesiti rivolti al soggetto sono:

- I tuoi occhi si affaticano dopo un lavoro da vicino?
- Ti pare che la tua lettura sia rallentata?
- Hai visione annebbiata o difficoltà di messa a fuoco durante il lavoro da vicino?
- Vedi confuso per qualche momento nel passaggio tra guardare vicino e guardare lontano?

2.5.2 Comfort Binoculare

Ovviamente per ogni attività svolta, entrano in gioco variabili quali durata, frequenza, e, per quanto riguarda la loro valutazione, c'è da considerare la variabilità caratteriale dei soggetti, come ognuno può reagire o valutare una situazione in maniera diversa da altri.

Inoltre, per quanto riguarda la definizione di comfort, i vari sintomi possono dipendere anche dal tipo di occupazione svolta, dagli ambienti mentali e abitativi in cui i soggetti vivono, o ancora dalla forza o dalla debolezza di specifiche funzioni³⁵, che potrebbero anche non essere di origine oculare.

Per questi motivi si è voluto sottoporre i soggetti ad una valutazione del comfort tramite un test strettamente optometrico, ovvero la misurazione delle vergenze fusionali.



Figura 12. Valutazione delle Vergenze Fusionali.

Con la stessa mira usata per la determinazione della foria e alla stessa distanza, al soggetto è stato chiesto di scegliere una lettera e fissarla, e di dire poi quando l'avrebbe vista annebbiarsi e/o sdoppiarsi, per poi tornare nitida e singola.

Si sono così determinate le:

- Vergenze fusionali Positive: aumentando progressivamente davanti ai due occhi il valore dei prismi orizzontali a base esterna, opponendosi all'exoforia.
- Vergenze fusionali Negative: aumentando progressivamente davanti ai due occhi il valore dei prismi orizzontali a base interna, opponendosi all'esoforia.

I tre step, primo annebbiamento, rottura (sdoppiamento) e recupero (ritorno all'immagine nitida e singola) rappresentano l'abilità del soggetto a variare la posizione oculare mantenendo però fissa la distanza di osservazione e l'accomodazione. Alcuni soggetti possono non avvertire la sensazione di sfuocamento, e passare direttamente alla rottura, mantenendo l'immagine a fuoco fino a questo limite.

A questo punto, per determinare il comfort binoculare, si è adottato il *criterio di Sheard*, che dice che la riserva fusionale dovrebbe essere almeno il doppio della domanda

$$\text{Riserva} > 2\text{Foria}$$

Dove per riserva si considera il punto di annebbiamento nella determinazione della vergenza fusionale (o di rottura se il soggetto non sfuoca), e per domanda il valore

della foria. In particolare in caso di exoforia, si considerano le vergenze fusionali positive, al contrario in caso di esoforia le vergenze fusionali negative. Da qui verificando quindi se questo valore è maggiore o inferiore al doppio della foria, si è determinato se ogni soggetto si trova o meno in condizioni di comfort binoculare.

2.6 ANALISI STATISTICA

I dati raccolti sono stati inseriti in un foglio di calcolo Excel per calcolare i principali indici statistici e le frequenze relative e assolute per descrivere la popolazione esaminata. Poi per ogni variabile considerata nello studio è stata condotta una specifica analisi statistica per determinare o meno la presenza di correlazione tra essa e la velocità di lettura.

Si è subito osservato che la variabile “*velocità di lettura*” è una variabile continua normalmente distribuita, e la si è messa in relazione rispettivamente con la foria, la disparità fissazione, i dati ottenuti dal questionario di anamnesi, e con la situazione di comfort binoculare. Queste ultime 4 variabili sono state dicotomizzate, viste le distribuzioni delle frequenze nella popolazione.

2.6.1 Foria

Per quanto riguarda la foria, i dati si erano inizialmente suddivisi in 3 categorie:

- *Soggetti con foria a norma*: foria $3\Delta_{exo} \pm 3$ considerando le tabelle di riferimento proposte da Scheiman-Wick³⁶.
- *Soggetti esoforici*: foria $> 0\Delta$ eso
- *Soggetti altamente exoforici*: foria $> 6\Delta$ exo

Tuttavia, vista la distribuzione delle frequenze, le due categorie di soggetti *esoforici* e di soggetti *altamente exoforici* sono state riunite in un'unica categoria, definita come “*Soggetti con foria fuori norma*” (superiore a 1 DS). A questo punto, per valutare l'influenza da parte di questa variabile qualitativa dicotomica sulla variabile quantitativa continua della velocità di lettura, è stato utilizzato il test parametrico *t di Student* per campioni indipendenti.

2.6.2 Disparità di Fissazione

Per la disparità di fissazione si sono ottenuti 3 tipi di risultati:

- Assenza di Disparità di Fissazione
- Exodisparità di Fissazione
- Esodisparità di Fissazione

In questo caso però, la distribuzione delle frequenze si è dimostrata tale per cui l'analisi statistica non avrebbe avuto senso, vista la ridotta numerosità campionaria delle categorie che presentavano disparità di fissazione di tipo Exo o Eso.

2.6.3 Sintomatologia

Per ogni questionario di anamnesi è stato calcolato il punteggio totale in centesimi (n/100).

I risultati sono poi stati suddivisi in base al grado di sintomatologia:

- Sintomatologia Lieve: punteggio tra 0/100 e 33/100.
- Sintomatologia Moderata: punteggio tra 34/100 e 66/100
- Sintomatologia Grave: punteggio tra 67/100 e 100/100.

Non essendo risultato alcun caso che abbia lamentato tramite il questionario una sintomatologia grave (il campione è generale, di pazienti non clinici), le categorie si sono ridotte a 2, quella composta da soggetti con *sintomatologia lieve* e quella composta da soggetti con *sintomatologia moderata*. Si è condotta poi l'analisi statistica utilizzando il test parametrico *t di Student* per campioni indipendenti, tra la variabile quantitativa continua "Velocità di lettura" e la variabile qualitativa dicotomica "Sintomatologia".

2.6.4 Comfort Binoculare

Tramite la misurazione delle vergenze fusionali e l'uso del criterio di Sheard, si sono ottenuti due tipi di risultati per quanto riguarda il comfort binoculare:

- Soggetti in comfort: riserva fusionale almeno il doppio della foria misurata.
- Soggetti fuori comfort: riserva fusionale inferiore al doppio della foria misurata.

Essendo nuovamente di fronte al confronto tra la variabile quantitativa continua "Velocità di lettura" e una variabile qualitativa dicotomica "Comfort binoculare", si è utilizzato ancora il test parametrico *t di Student* per campioni indipendenti, il campione dei soggetti *in comfort*, e quello dei soggetti *fuori comfort*.

2.6.5 Test *t di Student* per campioni indipendenti

Il *test t* è un tipo di 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, oppure dovuta al caso.

La prima cosa da fare è formulare due ipotesi, in quanto si sta procedendo ad una verifica di ipotesi:

- Ipotesi Nulla H_0 : non vi è differenza o associazione tra i due campioni considerati.
- Ipotesi Alternativa H_A : vi sono differenze o associazioni statisticamente significative tra i due campioni considerati.

In questo caso, trattandosi del confronto tra due campioni indipendenti, si è assunta come ipotesi nulla H_0 l'uguaglianza tra le medie dei due campioni, e come ipotesi alternativa H_A la loro diversità. Da quest'ultima è dipeso anche il grado di significatività del test, ovvero in questo caso bidirezionale, in quanto ciò che era d'interesse sapere era se le due medie campionarie fossero diverse, e non in che direzione lo fossero (maggiore o minore l'una rispetto all'altra). A questo punto si

è scelto un valore soglia di α , dove α (o *errore del I tipo* o *falso positivo*, indica la possibilità di rifiutare l'ipotesi nulla quando in realtà è vera), scelto a priori, e il suo valore di soglia rappresentano sostanzialmente il massimo errore che, se commesso nell'analisi, si può tollerare. Si è stabilito, come per convenzione, in queste analisi, di accettare un errore α del 5%, indice del livello di significatività del test svolto. Tramite un foglio di calcolo appositamente compilato si è svolta l'analisi per ogni variabile dicotomica in relazione alla velocità di lettura, ponendo come ipotesi nulla H_0 l'uguaglianza delle medie campionarie, e quindi l'assenza di influenza da parte della variabile considerata sulla velocità di lettura, e come ipotesi alternativa H_A la loro diversità, e quindi l'assunzione di un'influenza o correlazione. Si è quindi cercato di spiegare la variabilità della velocità di lettura (*outcome*) in relazione all'influenza delle altre variabili indipendenti. Le variabili indipendenti sono appunto quelle che possono avere un effetto sull'*outcome* e quindi in questo caso la foria, la disparità di fissazione, la sintomatologia e il comfort binoculare.

Le assunzioni per svolgere questo tipo di test statistico sono:

- Indipendenza dei due campioni
- Distribuzione normale su entrambi i gruppi
- Uguale varianza sui due campioni (=DS²)

La statistica t , nel caso del test considerato è:

$$statistica\ t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{ES(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

Dove \bar{x}_1 indica la media del primo campione, \bar{x}_2 la media del secondo campione e ES l'errore standard dato dalle deviazioni standard dei due campioni, riferito però alla loro differenza. Questo valore è stato comparato al valore teorico per quantificare la probabilità di ottenere i risultati ipotizzati (o valori più estremi) in caso di veridicità dell'ipotesi nulla; questo è detto *p-value*. In caso di p -value inferiore ad α , l'ipotesi nulla è rifiutabile, e quindi si può parlare di un'influenza statisticamente significativa da parte della variabile indipendente sull'*outcome*; in

caso contrario l'ipotesi nulla è da considerare vera, e quindi assumere l'assenza di influenza da parte della variabile indipendente.

3: Risultati e Discussione

3.1 LA POPOLAZIONE

Sono stati analizzati 40 soggetti, di età compresa tra i 20 e i 29 anni compiuti. 13 soggetti di 20 anni (32,5%), 10 di 21 anni (25%), 7 soggetti di 22 (17,5 %), 6 di 23 (15%), un soggetto di 24 (2,5%), due di 26 (5%) e uno di 29 (2,5%). La media dell'età considerata è di $21,68 \pm 1,95$ anni. Sono stati selezionati indipendentemente dal genere di appartenenza in quanto non era oggetto di interesse per questo studio, e sono risultati 29 soggetti di sesso femminile (72,5%) e 11 di sesso maschile (27,5%).

La velocità di lettura, valutata in ogni soggetto della popolazione, e nostro oggetto di interesse per lo studio svolto, ha presentato una media μ di 172,73 w/min con una deviazione standard σ di 23,36 w/min, con valori compresi tra un minimo di 124,17 w/min e un massimo di 225,20 w/min.

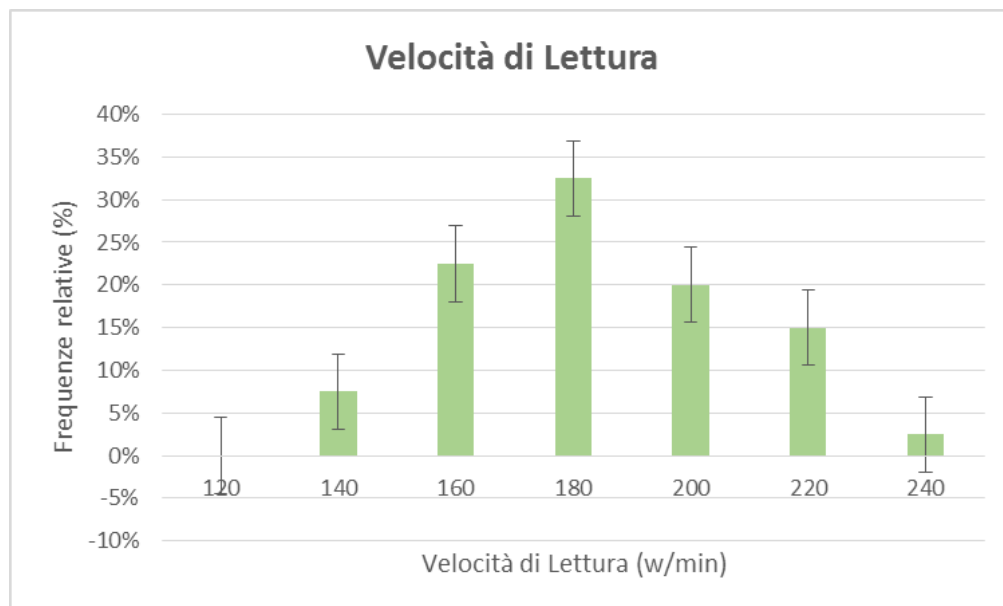


Figura 13. Distribuzione della Velocità di Lettura

La variabile *Velocità di Lettura* risulta normalmente distribuita nella totalità della popolazione come risulta dal grafico (Fig. 11), in quanto l'istogramma presenta la cosiddetta forma "a campana" e simmetrica. I valori della curva normale dipendono dalla media μ e dalla deviazione standard σ . Oltre a ciò, per definire la normalità di una funzione, una volta calcolati i valori di media, mediana e moda, si osserva che questi sono coincidenti. Queste osservazioni hanno portato alla scelta di un test parametrico per l'analisi statistica nello studio.

3.2 FORIA

Nella valutazione della foria orizzontale, la maggior parte della popolazione risulta avere un valore che rientra nei parametri considerati a norma. Infatti 26 soggetti (65%) sono risultati a norma, mentre 14 soggetti (35%) fuori norma (oltre 1DS dalla media), verso l'esoforia o verso l'exoforia. Per ridotta numerosità campionaria, come già detto, i soggetti che presentavano esoforia e quelli che presentavano elevata exoforia superiore al valore di soglia consigliato da Scheiman-Wick³⁶, sono stati riuniti sotto un'unica categoria, appunto quella dei soggetti con foria fuori norma.

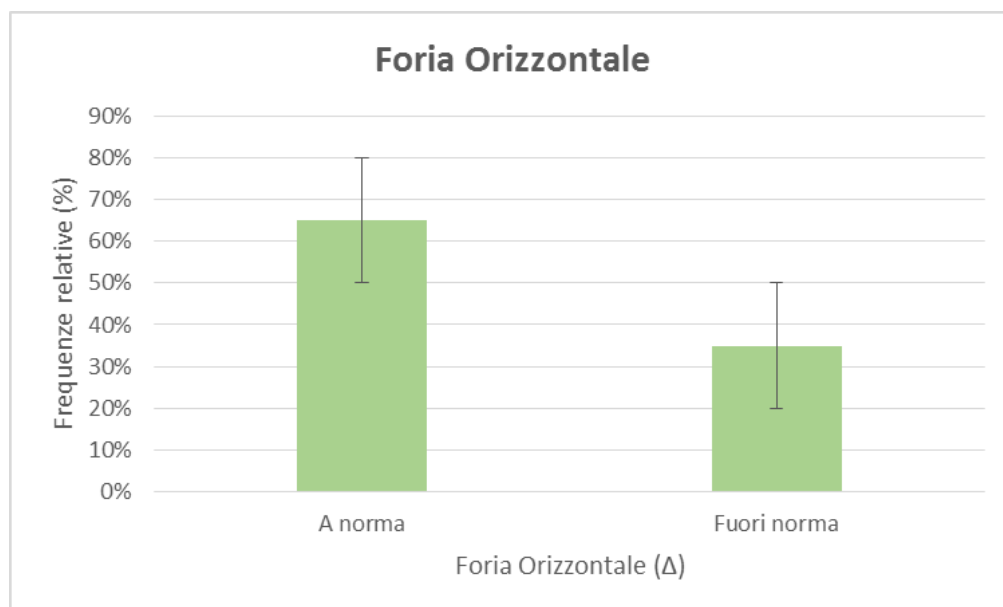


Figura 14. Distribuzione della Foria Orizzontale

Il campione di soggetti a norma ha presentato una media $\overline{x_{AN}}$ di velocità di lettura pari a 170,36 w/min con una deviazione standard $d.s._{AN}$ di 18,93 w/min. Per quanto riguarda invece i soggetti fuori norma, la media osservata $\overline{x_{FN}}$ è di 177,13 w/min con una deviazione standard $d.s._{FN}$ pari a 30,27 w/min. Si osserva che la media della velocità di lettura nei soggetti con foria fuori norma risulta addirittura maggiore rispetto a quella dei soggetti a norma; tuttavia il valore della deviazione standard fa osservare una maggiore dispersione nei soggetti con foria fuori norma.

L'ipotesi dello studio di influenza da parte della foria orizzontale sulla velocità di lettura, è stata tradotta in termini statistici durante lo studio secondo le ipotesi nulla e alternativa seguenti:

- H_0 : la media della velocità di lettura nei soggetti con foria a norma risulta uguale alla media della velocità di lettura nei soggetti con foria fuori norma; ovvero

$$H_0: \overline{x_{AN}} = \overline{x_{FN}}$$

- H_A : la media della velocità di lettura nei soggetti con foria a norma risulta diversa dalla media della velocità di lettura nei soggetti con foria fuori norma; ovvero

$$H_A: \overline{x_{AN}} \neq \overline{x_{FN}}$$

Tuttavia, nello svolgimento del test parametrico t di Student per campioni indipendenti a due code ($\alpha=0,05$), assumendo uguale varianza campionaria, la differenza tra le medie non è risultata statisticamente significativa, e ha portato all'accettazione quindi dell'ipotesi nulla:

$$p\text{-value} = 0,39 > \alpha = 0,05$$

Si può dedurre da ciò che il grado di foria orizzontale prossimale, in questo studio campione, non ha influenzato la performance di lettura. Per approfondire la relazione, si potrebbe circoscrivere la valutazione per una foria oltre le 2DS dal valore medio.

3.3 DISPARITÀ DI FISSAZIONE

La quasi totalità della popolazione, non ha presentato disparità di fissazione. Infatti 35 soggetti (87,50%) hanno dichiarato negativo il test della disparità, mentre solo 5 soggetti (12,50%) hanno dichiarato una leggera disparità durante il test; si è poi verificato in questi 5 soggetti che la disparità è nella stessa direzione della foria orizzontale prossimale, ovvero exodisparità in caso di exoforia e, solo in un caso, esodisparità in presenza di esoforia prossimale.

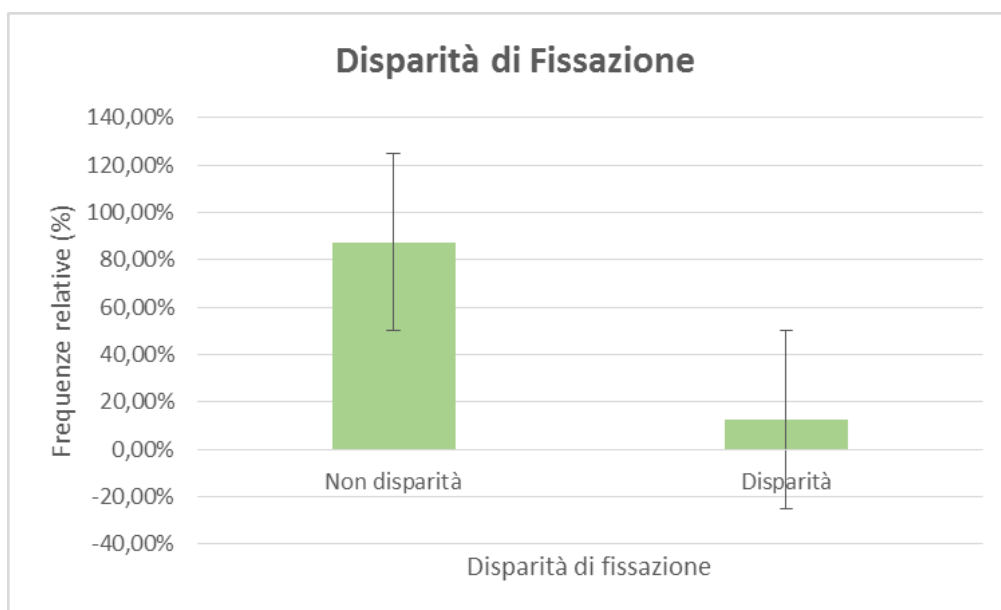


Figura 15. Distribuzione della Disparità di Fissazione

Tuttavia, come già detto, vista la troppo ridotta numerosità campionaria dei soggetti che presentavano disparità di fissazione, l'analisi statistica non avrebbe avuto senso. Non è quindi possibile definire se la presenza di disparità di fissazione possa o meno influenzare in qualche modo una performance di lettura, in quanto in questo studio-pilota non si sono rilevati abbastanza soggetti con questa caratteristica.

3.4 COMFORT

Come già detto, il comfort è stato visto sia dal punto di vista della sintomatologia, sia da punto di vista delle vergenze relative.

3.4.1 Sintomatologia

Al questionario di anamnesi, 31 soggetti (77,50%) hanno presentato sintomatologia lieve, mentre i restanti 9 soggetti (22,50%) hanno lamentato sintomi moderati. Nessun soggetto ha dichiarato di soffrire di sintomatologia grave. La popolazione è quindi stata suddivisa nelle due categorie date dalla sintomatologia lieve e dalla sintomatologia moderata.

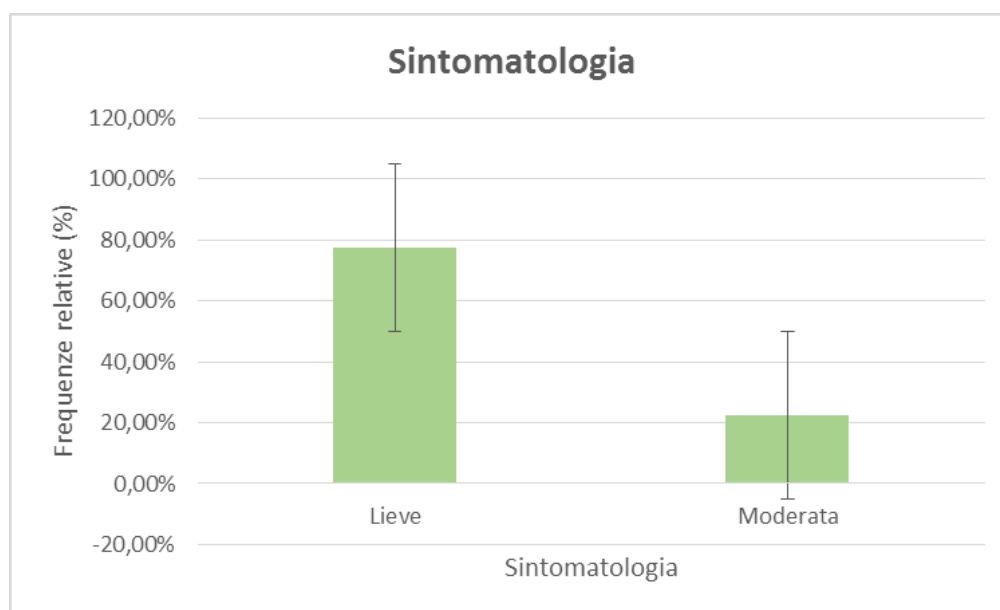


Figura 16. Distribuzione della Sintomatologia

Il campione di soggetti con sintomatologia lieve ha presentato una media \bar{x}_L di velocità di lettura pari a 173,45 w/min con una deviazione standard $d.s.L$ di 23,53 w/min. La media \bar{x}_M della velocità di lettura per i soggetti con sintomatologia moderata è invece di 170,24 w/min, e la sua deviazione standard $d.s.M$ è 23,99 w/min.

Anche in questo caso sono state formulate ipotesi nulla e alternativa per svolgere il test t di Student a due code ($\alpha=0,05$) per campioni indipendenti:

- H_0 : la media della velocità di lettura nei soggetti con sintomatologia lieve è uguale alla media della velocità di lettura nei soggetti con sintomatologia moderata; ovvero

$$H_0: \bar{x}_L = \bar{x}_M$$

- H_A : la media della velocità di lettura nei soggetti con sintomatologia lieve è diversa dalla media della velocità di lettura nei soggetti con sintomatologia moderata; ovvero

$$H_A: \bar{x}_L \neq \bar{x}_M$$

Nello svolgimento del test t di Student, assumendo uguale varianza, la differenza tra le medie campionarie non è risultata statisticamente significativa, portando così ad accettare l'ipotesi nulla di uguaglianza tra le medie:

$$p\text{-value} = 0,72 > \alpha = 0,05$$

Tuttavia si può osservare che la media della velocità di lettura nei soggetti con sintomatologia lieve risulta maggiore della media della velocità di lettura nei soggetti con sintomi moderati. Ciò porta a ipotizzare che, nel caso di numerosità campionaria più elevata, i risultati del test statistico possano essere diversi.

3.4.2 Comfort Binoculare

Anche per quanto riguarda la determinazione dello stato o meno di comfort binoculare, la popolazione è stata suddivisa in due categorie. 29 soggetti (72,50%) sono risultati appartenere alla categoria dei soggetti in comfort secondo il criterio di Sheard³³, mentre i restanti 11 (27,50%) alla categoria dei soggetti fuori comfort, secondo lo stesso criterio.

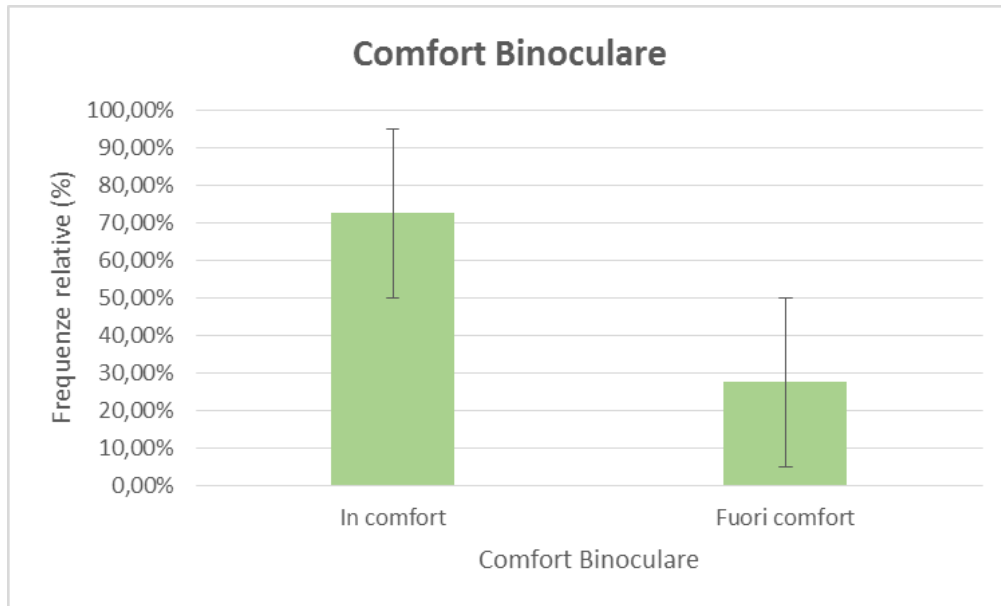


Figura 17. Distribuzione del Comfort Binoculare

La media campionaria \bar{x}_C dei soggetti in comfort è di 175,85 w/min con una deviazione standard *d.s.c* di 23,87 w/min, mentre la media campionaria \bar{x}_{FC} dei soggetti fuori comfort è di 164,51 w/min, e la sua deviazione standard *d.s.FC* è pari a 20,76 w/min.

Per svolgere il test statistico t di Student a due code ($\alpha=0,05$) assumendo uguale varianza, sono state formulate le ipotesi nulla e alternativa seguenti:

- H_0 : la media campionaria della velocità di lettura nei soggetti in condizione di comfort binoculare è uguale alla media campionaria della velocità di lettura nei soggetti fuori comfort; ovvero

$$H_0: \bar{x}_C = \bar{x}_{FC}$$

- H_A : la media campionaria della velocità di lettura nei soggetti in condizione di comfort binoculare è diversa dalla media campionaria della velocità di lettura nei soggetti fuori comfort; ovvero

$$H_A: \bar{x}_C \neq \bar{x}_{FC}$$

Nello svolgimento del test statistico, la differenza tra le due medie campionarie non è risultata statisticamente significativa, portando quindi all'accettazione dell'ipotesi nulla di uguaglianza tra le due medie, ovvero di assenza di correlazione:

$$p\text{-value} = 0.17 > \alpha = 0,05$$

Anche per quanto riguarda il comfort binoculare, però, si può fare la stessa osservazione fatta per la sintomatologia: la media della velocità di lettura nei soggetti in comfort, risulta maggiore rispetto alla media della velocità di lettura nei soggetti fuori comfort. Questo porta ad ipotizzare una possibile correlazione tra queste due variabili in caso di numerosità campionaria maggiore, nonostante in questo studio-pilota la correlazione non risulti essere statisticamente significativa.

3.5 CONSIDERAZIONI PERSONALI E LIMITI DELLO STUDIO

Come ogni studio, sicuramente anche questo non è esente da difetti e limiti.

Il primo limite, e forse quello più grande, sta nella numerosità della popolazione. La popolazione osservata era formata da 40 soggetti, e all'inizio dello studio non si poteva sapere quanti soggetti potessero avere una caratteristica per rientrare in una categoria piuttosto di un'altra; la presenza o meno di disparità di fissazione, per esempio, non era tra i prerequisiti dello studio, ma un'osservazione avvenuta in seguito, durante lo studio. Quello della disparità di fissazione è forse l'esempio più importante, in quanto sarebbe risultata priva di senso un'eventuale analisi statistica; per le altre variabili considerate si è riusciti a fare un'analisi, anche se, i risultati sono anche in questo caso limitati dalla numerosità campionaria. Forse, come già osservato, con un numero più elevato di soggetti, la probabilità di trovare più soggetti appartenenti alla categoria non considerata "normalità" (circoscrivendo tale normalità a una foria a norma, l'assenza di disparità di fissazione, assenza o lieve presenza di sintomi o condizione di comfort binoculare) sarebbe stata più elevata, e forse l'analisi statistica avrebbe potuto portare a un risultato diverso. Tuttavia si tratta di uno studio pilota, ovvero una sperimentazione su di un piccolo gruppo di soggetti. Sarebbe senza dubbio interessante vedere, in uno studio più ampio, se esiste una sorta di correlazione tra le variabili considerate e la velocità di

lettura, magari ponendo l'appartenenza a una categoria o ad un'altra proprio come prerequisito, durante una sorta di screening iniziale, per avere quindi numerosità campionarie abbastanza elevate per tutte le categorie per permettere una più solida analisi statistica.

Inoltre poi c'è da dire che tutti i test sono stati svolti in condizioni abituali, con correzione in uso dal soggetto o senza se non portata abitualmente nell'attività prossimale. È stata solo verificata un'acuità visiva prossimale di almeno 8/10 in ogni soggetto, senza tuttavia controllare la correzione in uso. Lo scopo dello studio era quello di analizzare l'abilità di lettura in condizioni abituali, ma il rischio che una prescrizione in uso non corretta potesse in parte influenzare la performance è da considerare.

Un altro limite è poi l'eterogeneità dei soggetti, a livello di cultura e abitudini alla lettura. Non è stato verificato in questo studio se una lettura più allenata di un'altra possa influenzare la performance, ma tuttavia è anche questa una possibilità, pur difficile da quantificare.

4. Conclusioni

In questo studio-pilota la velocità di lettura non sembra influenzata dalle variabili binoculari considerate.

Nella realtà quotidiana, altri possibili fattori che possono influenzare nel controllo della motilità oculare (specificamente saccadi) o nell'abilità di lettura possono essere da ricercare nell'ambito sociale e culturale di ognuno di noi; credo che una persona più motivata alla lettura, allenando questa abilità potrebbe ottenere risultati migliori nella sua valutazione. Un'influenza indiretta sulla motivazione alla lettura può derivare dalle condizioni refrattive del soggetto, in quanto c'è chi evita la lettura per visione problematica indotta da errori refrattivi non corretti o difficoltà accomodative.

Essendo questo uno studio-pilota, ed essendo andato quindi ad indagare un ristretto numero di soggetti, ha presentato, come già detto, il limite della ridotta numerosità campionaria. Non è da escludere tuttavia che risultati diversi si sarebbero potuti ottenere analizzando un maggior numero di soggetti, in particolar modo un maggior numero di soggetti con specifiche problematiche binoculari.

Rimane che lo studio non indica come critiche per la lettura.

Tuttavia concentrandoci sui risultati di questo studio, le variabili considerate (i livelli scelti di foria, la relazione foria/vergenza fusionale, il confort visivo) non hanno influenzato la performance di lettura. Questo non si può dire per la variabile della disparità di fissazione in quanto sarebbe risultata vana l'analisi statistica, per la troppo ridotta numerosità nella categoria di soggetti con disparità in contrasto con i requisiti richiesti dal tipo di analisi effettuata, e non ci si può quindi pronunciare sul possibile risultato di questa correlazione. L'assenza di correlazione significativa è risultata invece per quanto riguarda la foria, a norma o meno.

È però interessante vedere che, per quanto riguarda il comfort, sia per il grado di sintomatologia sia per lo stato o meno di comfort binoculare, nonostante non si sia arrivati ad una correlazione statisticamente significativa con la velocità di lettura tramite il test parametrico nell'analisi, i risultati delle medie campionarie, possano indurre a fare un altro tipo di osservazione. Si è notato infatti che la media dei campioni che possiamo definire “nella norma” e quindi il campione della sintomatologia lieve per quanto riguarda il questionario di anamnesi, e il campione dei soggetti in comfort binoculare per quanto riguarda la misurazione delle vergenze relative, è maggiore rispetto agli altri due campioni. Ciò lascia pensare che probabilmente, in uno studio più ampio, c'è la possibilità che la sintomatologia e il comfort possano influenzare la velocità di lettura. Come già detto, anche in letteratura è stato confermato che c'è un'influenza sull'abilità di lettura in soggetti sintomatici¹⁸.

Ecco quindi che in conclusione, se si può parlare della possibilità di una, seppur minima, influenza sulla lettura, questa è da attribuire alla sintomatologia del soggetto e alla condizione di comfort binoculare. Il comfort è un quadro ampio, parte del quale può dipendere dalla foria e da altri fattori di visione binoculare.

La lettura è una funzione complessa, visivamente e cognitivamente. Come evidenzia Simons (1993) è necessario valutare vari fattori e la relazione tra questi. Per le condizioni considerate di visione binoculare anomala questo studio non ha evidenziato relazioni significative con la velocità di lettura.

Bibliografia

1. Maffioletti S.; *Bambini e lettura*; Professional Optometry; luglio-agosto 2013.
2. Radner W., Obermayr W., Richter-Mueksch S.; *The validity and reliability of short German sentences for measuring reading speed*; Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology; 2002; cap. 240; pp. 461-467.
3. Calossi A., Boccardo L., Fossetti A., Radner W.; *Design of short Italian sentences to assess near vision performance*; Journal of Optometry; 2014; vol. 7; p. 204.
4. Bucci M.G.; *Oftalmologia*; Società Editrice Universo; 1993; E. Leonardi cap. 21; pp. 605-610.
5. Maffioletti S., Panzeri S.; *L'implicazione del sistema visivo nella dislessia*; Riv Ital Optom; aprile 2000; pp. 6-7.
6. Darley J.M., Glucksberg S., Kinchla R.A.; *Fondamenti di Psicologia*; Il Mulino; 1998; p. 109.
7. Kandel E.R., Schwartz J.H., Jessell T.M.; *Principi di Neuroscienze*; Casa editrice Ambrosiana; 1994; p. 424
8. McLaughlin S.C.; *Parametric adjustment in saccadic eye movements*; Perception & Psychophysics; 1967; vol. 2.8; pp. 359-362.
9. Lecce M.; *Movimenti oculari di lettura, ecologia della lettura e paradigmi della singola parola*; Psicologia Clinica dello Sviluppo; 2013; vol. 2; pp. 377-379.
10. Tacconella P.; *I meccanismi della lettura*; Riv Ital Optom; 1997; vol. 20; pp. 146-151.

11. Kulp M.T., SCHMID P.P.; *Effect of oculomotor and other visual skills on reading performance: a literature review*; Optometry & Vision Science; 1996; vol. 73; pp. 283-292.
12. Bucci M.G.; *Oftalmologia*; Società Editrice Universo; 1993; P. Rizzo cap. 20; pp. 593-596.
13. Rossetti A., Gheller P.; *Manuale di Optometria e Contattologia*; II ed.; Zanichelli; aprile 2003; cap. 7.4; p. 165.
14. Finchman E.F., Walton J.; *The reciprocal actions of accommodation and convergence*; The Journal of Physiology; 1957; vol. 137; pp. 488-508.
15. Calvin H., Rupnow P., Grosvenor T.; *How good is the estimated cover test at predicting the von Graefe phoria measurement?*; Optometry & Vision Science; 1996; vol. 73; p. 701-706.
16. Fry G.A.; *Fundamental variables in the relationship between accommodation and convergence*; The Optometric Weekly Journal; 1943; vol. 34; pp. 153-155.
17. Carter D.B.; *Studies of Fixation Disparity-Historical Review*; American Journal of Optometry & Physiological Optics; 1957; vol. 34; pp. 320-329.
18. Simons H.D.; *An Analysis of the Role of Vision Anomalies in Reading Interference*; Optometry & Vision Science; 1993; vol. 70; pp. 369-373.
19. Sheedy J.E., Saladin J.J.; *Phoria, vergence, and fixation disparity in oculomotor problems*; American Journal of Optometry & Physiological Optics; 1977; vol. 54; pp. 474-478.
20. Solan H.A.; *Eye movement problems in achieving readers: an update*; American Journal of Optometry & Physiological Optics; 1985; vol. 18; pp. 66-70.
21. Helveston E.M., Weber J.C., Miller K. et al; *Visual function and academic performance*; American Journal of Optometry & Physiological Optics; 1985; vol. 99; pp. 346-355.

22. Blika S.; *Ophthalmological findings in pupils of a primary school with particular reference to reading difficulties*; Acta Ophthalmologica; 1982; vol. 60; pp. 927-934.
23. Grisham D., Powers M., Riles P.; *Visual skills of poor readers in high school*; Journal of the American Optometric Association; 2007; vol. 78; pp. 542-549.
24. Jackson T.W.; Goss D.; *Variation and correlation of clinical tests of accommodative function in a sample of school-age children*; Journal of the American Optometric Association; 1991; vo. 62; pp. 857-866.
25. Freier B.; Pickwell D.; *Physiological exophoria*; Ophthalmic and Physiological Optics; 1983; vol. 3; pp. 267-272.
26. ISTAT; *La produzione e la lettura di libri in Italia*; Statistiche Report; 2015.
27. Calossi A., Boccardo L., Fossetti A., Radner W.; *Ottotipi a frasi in italiano*; 2012.
28. Bailey I.L., Lovie J.E.; *The design and use of a new near-vision chart*; American Journal of Optometry & Physiological Optics; 1980; vol. 57; pp. 378-387.
29. Mansfield J., Ahn S., Legge G., Luebker A.; *A new reading-acuity chart for normal and low vision: non-invasive Assessment of the Visual System Technical*; Optical Society of America Journal; 1993; vol. 8; pp. 232-235.
30. Radner W., Willinger U., Obermayer W., Mudrich C., Velikay-Parel M., Eisenwort B.; *Eine neue Lesetafel zur gleichzeitigen Bestimmung von Lesevisus and Lesegeschwindigkeit (A new reading chart for simultaneous determination of reading vision and reading speed)*; Klin Monbl Augenheilkd Journal; 1998; vol. 12; pp. 174-181.
- .

31. Owens D.A., Leibowitz H.W.; *Accommodation, Convergence, and Distance Perception in Low Illumination*; American Journal of Optometry & Physiological Optics; 1980; vol. 57; pp. 540-550.
32. Rouse M.W., Borsting E., Deland P.N.; *Reliability of binocular vision measurement used in the classification of convergence insufficiency*; Optometry & Vision Science; 2002; vol. 79.4; pp. 254-264.
33. Dalziel C.C.; *Effect of Vision Training on patients who fail Sheard's criterion*; American Journal of Optometry & Physiological Optics; 1981; vol. 58.1; pp. 21-23
34. Questionario di *Anamnesi per la visione prossimale-Indicatori di qualità della vita*; con derivazioni da questionari COVD-QOL, NEI-QOL, CISS; V.1.0 uso clinico. A cura di Rossetti A. Università di Padova, 2015
35. Sheard C.; *Zones of ocular comfort*; American Journal Optometry & Physiological Optics; 1930; vol. 7; pp. 9-25.
36. Scheiman M., Wick B.; *Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*; Lippincott Williams & Wilkins; 2008; cap. 1; pp. 6-7.

Ringraziamenti

Desidero innanzitutto ringraziare Ruggero e famiglia, per aver reso possibile la realizzazione di questo lavoro, per avermi insegnato tanto nei mesi passati nel loro studio e per aver delineato nel dettaglio l'immagine di ciò che voglio diventare: un'Optometrista.

Il ringraziamento più grande va ai miei genitori, che hanno reso possibile tutto questo, dandomi sostegno e grande aiuto, e ad Alessandro, per essermi stato vicino in ogni momento durante questi anni.

Un grazie anche ad amici e a compagni di corso, per le esperienze condivise in questi tre anni.

Infine, desidero dedicare questo lavoro a mio fratello Gianluca, come migliore augurio per i suoi futuri anni di studi.