

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA

CORSO DI LAUREA IN OTTICA E OPTOMETRIA

Tesi di Laurea

Prevalenza di difetti visivi di origine non refrattiva in una
popolazione di bambini frequentanti la scuola primaria.

Relatrice:

Ortolan Dominga

Laureanda:

Pierobon Arianna

ANNO ACCADEMICO 2014 - 2015

INDICE

ABSTRACT

CAPITOLO 1, Introduzione

- 1.1 La visione binoculare
- 1.2 L'accomodazione
- 1.3 La motilità oculare
- 1.4 Introduzione allo studio
- 1.5 Obiettivi dello studio
- 1.6 Le abilità visive

CAPITOLO 2, Materiali e Metodi

- 2.1 Selezione della popolazione
- 2.2 Il questionario
- 2.3 I test e le norme considerate
- 2.4 L'analisi statistica

CAPITOLO 3, I Risultati dello studio

- 3.1 I risultati
- 3.2 Le prevalenze delle disfunzioni
- 3.3 Tempo pieno e tempo normale

CAPITOLO 4, Discussione

- 4.1 La discussione delle prevalenze
- 4.2 Tempo pieno e tempo normale
- 4.3 I limiti dello studio e considerazioni personali

NOTE E BIBLIOGRAFIA

INDICE DEGLI ACRONIMI

c/min: cicli al minuto

DEM test: developmental eye movement test

DP: diottrie prismatiche

PPC: punto prossimo di convergenza

PPN: punto prossimo di visione nitida

REVIP: riflesso visuo-posturale

Sec d'arco: secondi d'arco

t. eq. O: tempo equivalente orizzontale

t. eq. V: tempo equivalente verticale

ABSTRACT

Obiettivo

Questo studio ha come obiettivo principale indagare la prevalenza di disturbi visivi binoculari, accomodativi e visuomotori nei bambini.

Metodi

È stata considerata una popolazione di 316 bambini della scuola primaria, compresi quindi tra i 6 e i 12 anni, omogenei per sesso. Sono stati effettuati degli screening visivi e si sono testate foria associata, stereopsi, foria orizzontale e verticale, tropia, PPC, PPN, REVIP, flessibilità accomodativa monoculare e binoculare, saccadi oculari; è stato anche compilato un questionario per verificare la presenza di sintomi.

Risultati

Una volta ottenute le percentuali di soggetti fuori norma nei test sottoposti e di soggetti sintomatici, si è indagato su quanti di questi presentassero un quadro visivo compatibile con una o più delle disfunzioni considerate. Per quanto riguarda la visione binoculare 211 soggetti (66,77%) sono rientrati in una delle classi eccesso o insufficienza di divergenza o convergenza e exo o eso di base; considerando l'accomodazione 137 soggetti (43,35%) sono rientrati in una delle classi eccesso, insufficienza o inerzia di accomodazione; per quanto riguarda la visuomotricità 61 soggetti (19,30%) hanno fallito il test ma solo 20 (6,33%) sono risultati positivi a problemi visuomotori. Si sono in ultima analisi divisi i soggetti in due gruppi, uno frequentante tempo scolastico normale (27 ore settimanali) e uno frequentante tempo scolastico pieno (40 ore settimanali) e si sono calcolate le percentuali di soggetti fuori norma nei due gruppi in forie da lontano (44,69% i primi, 44,53% i secondi), da vicino (55,31% - 52,55%), flessibilità accomodativa monoculare (41,34% - 43,80%), binoculare (8,94% - 8,80%) e saccadi (17,88% - 10,22%).

Conclusioni

Disturbi visivi non refrattivi, specialmente riguardanti la binocularità e l'accomodazione, sono presenti in misura importante nella popolazione considerata. Non risultano invece importanti differenze tra i soggetti a tempo normale e quelli a tempo pieno.

CAPITOLO 1

1.1 LA VISIONE BINOCULARE

“Visione binoculare” significa letteralmente vedere con due occhi. Poter vedere con due occhi anziché con uno comporta grandi vantaggi: molte abilità visive, come l’acuità visiva e la sensibilità al contrasto, sono migliori con due occhi, il campo visivo binoculare è più ampio del monoculare e la sommazione delle due immagini provenienti dai due occhi permette la stereopsi¹. Una visione binoculare efficiente e funzionante richiede però collaborazione e corretta funzionalità della quasi totalità dell’apparato visivo. Per avere visione binoculare sono necessarie immagini nitide da entrambe le fovee, per cui l’accomodazione deve garantire delle immagini a fuoco, la convergenza e i movimenti oculari devono essere appropriatamente controllati a tutte le distanze e le angolature con l’oggetto di interesse fermo o in movimento. Tutto questo impiego di energie è ricompensato dai vantaggi ottenuti grazie alla stereopsi. La stereopsi è la combinazione delle informazioni ricevute dalle immagini dei due occhi, permette di percepire il mondo tridimensionalmente e di apprezzare la profondità. Sebbene esistano indicatori monoculari di profondità, la percezione di questa è più accurata in visione binoculare; inoltre la stereopsi è una capacità preattentiva ed è quindi automatica, a differenza degli indicatori monoculari che sono inferenze che il sistema visivo compie sulla base di informazioni preesistenti o di tipologia di reazione a uno stimolo¹. Nei bambini assistiamo alla mancanza di percezione della profondità fino ai 3-5 mesi di vita. Dal sesto mese comincia un rapido processo di maturazione durante il quale il bambino raggiunge una stereopsi simile a quella adulta; questo è possibile se il bambino non presenta problemi visivi (come errori refrattivi non corretti, strabismo o deprivazione visiva) che possono compromettere anche in modo permanente la stereoacuità². Questa capacità dipende anche dalla presenza di disparità di fissazione e di eteroforia. La disparità di fissazione è un piccolo disallineamento degli assi visuali che risulta in un errore del punto di fissazione che si colloca prima o dopo l’oggetto d’interesse; è, in altre parole, una piccola inesattezza di vergenza. Tuttavia questo errore non deve essere compensato dal sistema visivo, in parte perché rappresenta un feedback per il sistema delle vergenze, in parte perché la fusione

binoculare è comunque ottenibile, essendo l'errore all'interno dell'area di Panum³.

L'eteroforia è la posizione che assume l'occhio quando è coperto o dissociato dall'altro, ovvero quando non è presente domanda di fusione e pertanto può entrare nella sua condizione di riposo. L'eteroforia rappresenta la domanda di vergenza fusionale, quanto gli occhi devono convergere o divergere rispetto la posizione di riposo per ottenere la fusione. Si è in presenza di esoforia quando gli occhi iper-convergono in dissociazione; questa condizione richiede movimenti di vergenza fusionale detti negativi per mantenere la fusione in condizione binoculare. Si è in presenza di exoforia quando gli occhi ipo-convergono in dissociazione; i movimenti di vergenza fusionale richiesti per mantenere la fusione sono definiti positivi. Si è in presenza di foria verticale quando gli occhi, in condizione di riposo, non sono allineati sullo stesso piano orizzontale⁴.

In particolare, si distinguono vari tipi di disfunzioni considerando la situazione eteroforica⁵:

- Insufficienza di divergenza, caratterizzata da esoforia da lontano, riserve fusionali negative basse da lontano e rapporto accomodazione/convergenza basso.
- Eccesso di divergenza, caratterizzato da exoforia più marcata da lontano che da vicino, riserve fusionali positive basse da lontano e rapporto accomodazione/convergenza alto.
- Eccesso di convergenza, caratterizzato da esoforia o una tendenza all'esoforia da vicino, riserve fusionali negative basse da vicino, rapporto accomodazione/convergenza alto, accomodazione relativa positiva bassa, lag accomodativo alto e punto prossimo di convergenza nella norma.
- Insufficienza di convergenza, caratterizzato da exoforia elevata da vicino, riserve fusionali positive basse da vicino, rapporto accomodazione/convergenza basso, accomodazione relativa negativa bassa, lag accomodativo basso e punto prossimo di convergenza anomalo.
- Pseudo-insufficienza di convergenza, caratterizzato da exoforia elevata da vicino, riserve fusionali positive basse da vicino, rapporto accomoda-

zione/convergenza basso, lag accomodativo alto e punto prossimo di convergenza nella norma.

- Esoforia di base, caratterizzata da esoforia da lontano e da vicino, riserve fusionali negative basse da lontano e da vicino, rapporto accomodazione/convergenza nella norma, accomodazione relativa positiva bassa, lag accomodativo alto e punto prossimo di convergenza nella norma.
- Exoforia di base, caratterizzata da exoforia da lontano ed elevata exoforia da vicino, riserve fusionali positive basse da lontano e da vicino, rapporto accomodazione/convergenza nella norma, accomodazione relativa negativa bassa, lag accomodativo basso e punto prossimo di convergenza anomalo.

I tipici sintomi di una disfunzione binoculare sono: diplopia da lontano o da vicino, tensione e fatica oculare, mal di testa, visione sfuocata e problemi nel mettere a fuoco, sensazione di bruciore e lacrimazione, vedere le parole di un testo muoversi, confondere le lettere, chiudere un occhio, difficoltà nel mantenere la concentrazione, sonnolenza, evitare compiti da vicino. Ovviamente i sintomi saranno per la visione da lontano in quelle disfunzioni che riguardano il lontano, per la visione da vicino in quelle disfunzioni che riguardano il vicino⁶.

1.2 L'ACCOMODAZIONE

L'accomodazione è il processo per il quale il cristallino cambia potere diottrico, grazie alla contrazione o al rilassamento del muscolo ciliare, con lo scopo di mettere e mantenere a fuoco sulla retina l'oggetto di interesse, alle varie distanze. Si è giunti alla conclusione che lo stimolo all'accomodazione è la presenza stessa di un'immagine retinica sfuocata⁷.

Si distinguono quattro tipi di accomodazione: l'accomodazione riflessa, che aggiusta il potere del cristallino in risposta a un'immagine retinica sfuocata quando la variazione di potere richiesta è bassa (intorno alle 2,00 D) e che è assistita da microsaccadi, le quali danno la possibilità di avere più immagini retiniche diverse; l'accomodazione di vergenza, che è indotta dalle vergenze fusionali, stimolata dalla convergenza e quindi strettamente legata ai movimenti binoculari di vergenza; l'accomodazione prossimale, causata e stimolata dalla vicinanza di un oggetto, localizzato al massimo a 3 metri di distanza

dall'osservatore; l'accomodazione tonica, che si rivela in assenza di stimoli, negli adulti è compresa tra 0 e 4 D e probabilmente rispecchia l'innervazione neurale di base⁷.

L'accomodazione nei bambini raggiunge un livello di efficacia simile a quello degli adulti intorno al quarto mese di vita. Questo processo è necessario perché il bambino ha bisogno di poter vedere nitidamente, specialmente da vicino, per sviluppare normalmente il sistema visivo⁸.

Tre caratteristiche possono descrivere la risposta accomodativa di un soggetto: l'ampiezza accomodativa, la flessibilità accomodativa e il lag di accomodazione.

L'ampiezza accomodativa è il massimo potere raggiungibile dal cristallino con il massimo sforzo volontario quando l'occhio è corretto da tutti gli errori refrattivi. Clinicamente rappresenta il punto più vicino di visione chiara e nitida, in condizioni monoculari. Questo valore non è però stabile nel tempo: dai 5 anni l'ampiezza accomodativa comincia progressivamente a decrescere di circa 0,30 D all'anno; abbiamo così un'ampiezza accomodativa pari a circa 13,50 D a 10 anni e a circa 0 D a 52 anni⁹.

La flessibilità accomodativa è la capacità di cambiare l'entità di accomodazione velocemente e accuratamente. Questa abilità è necessaria per avere rapidamente immagini a fuoco passando da una distanza all'altra. Nei bambini questa abilità è leggermente più lenta ma a 12 anni si dovrebbe raggiungere la stessa capacità di un soggetto adulto¹⁰.

Il lag di accomodazione è un "risparmio" accomodativo. A distanze minori del punto di riposo, circa un metro di distanza dagli occhi, la quantità di accomodazione reale è minore di quella teorica richiesta dallo stimolo. Questo perché esiste un sistema di feedback negativo che assicura il mantenimento dell'innervazione lasciando un piccolo sfuocamento, percepibile dal sistema visivo ma non dalla persona fisica. Solitamente il lag è compreso tra 0 e +1,00 D¹¹.

Si distinguono tre disfunzioni accomodative¹²:

- Eccesso accomodativo, caratterizzato da lag accomodativo basso o lead, positivo lento ai flipper sferici, ampiezza accomodativa nella norma e accomodazione relativa negativa ridotta rispetto all'accomodazione relativa positiva.

- Insufficienza accomodativa, caratterizzata da lag accomodativo alto, negativo lento ai flipper sferici, ampiezza accomodativa ridotta e accomodazione relativa positiva ridotta rispetto all'accomodazione relativa negativa.
- Inerzia accomodativa, caratterizzata da lag accomodativo basso (a volte nella norma), positivo e negativo lento ai flipper sferici, ampiezza accomodativa normale, accomodazione relativa negativa e positiva basse.

I sintomi tipici di una disfunzione accomodativa sono: affaticamento visivo, visione sfuocata o fluttuante da lontano, da vicino e da lontano dopo lavoro prolungato da vicino, difficoltà nel mantenere la concentrazione, sonnolenza, evitare compiti da vicino, tensione o fatica oculare, mal di testa dopo lavoro da vicino, tendenza ad avvicinare il testo¹³.

1.3 LA MOTILITÀ OCULARE

Per mantenere la fissazione foveale sono necessari movimenti oculari che allineino la fovea e l'oggetto di interesse, in qualsiasi posizione esso sia nel campo visivo. I movimenti oculari dirigono quindi l'asse visivo a destra, a sinistra, in alto o in basso rispetto la direzione primaria di sguardo. Si distinguono movimenti coniugati, le versioni, nei quali gli occhi ruotano simultaneamente della stessa entità nella stessa direzione e movimenti disgiunti, le vergenze, nei quali gli occhi ruotano simultaneamente della stessa entità in direzioni opposte. È grazie alla combinazione di questi due movimenti che gli occhi possono dirigersi verso qualsiasi oggetto presente nel campo visivo¹⁴.

Alla nascita questi movimenti sono grossolani e immaturi ma a partire da poche settimane di vita cominciano a raffinarsi e intorno al sesto mese la maggior parte dei bambini possiede un controllo di questi movimenti paragonabile a quello di soggetti adulti¹⁵.

Tra i vari movimenti possibili, come quelli d'inseguimento (versioni di bassa velocità che permettono di seguire con lo sguardo un oggetto in movimento), il riflesso vestibolo-oculare (attivato da movimenti del capo, contrapposto a questi), il nistagmo optocinetico (un riflesso involontario che agisce sul piano orizzontale in risposta al movimento di una gran parte del campo visivo), si distinguono le

saccadi oculari. Queste sono movimenti coniugati molto rapidi, stimolati dall'alternanza dell'oggetto di interesse in due punti diversi dello spazio. Possono essere volontarie, se mentre fissiamo un oggetto il nostro interesse è richiamato su di un altro oggetto, o involontarie se la nostra attenzione è richiamata da un evento avvenuto rapidamente e senza preavviso. L'ampiezza delle saccadi varia da circa 2° a circa 40°, la velocità raggiunge i 400°/s e la latenza è circa 0,2 s. Le saccadi svolgono un compito cruciale in molte attività quotidiane, tra le quali la lettura, il riconoscimento di un volto, l'orientamento spaziale etc¹⁶.

Problemi di motilità oculare, in generale, possono essere determinati da paralisi di uno o più muscoli extraoculari oppure da problemi funzionali o dello sviluppo. Spesso coinvolgono la fissazione, gli inseguimenti e le saccadi, anche se possono presentarsi in una sola di queste aree. Solitamente questi problemi sono riscontrabili nei bambini, rappresentando quindi un impedimento al normale processo di apprendimento scolastico. Una delle capacità più colpite è infatti la lettura, essendo questa un insieme di saccadi, fissazioni e regressioni (queste ultime avvengono nel caso sia necessaria una verifica del testo già letto). In bambini con problemi di lettura o altre difficoltà di approfondimento si sono trovate in più studi elevate prevalenze di soggetti con anomalie nei movimenti oculari. Spesso poi problemi di motilità oculare si presentano insieme a problemi di visione binoculari o accomodativi¹⁷.

I tipici sintomi di una disfunzione visuomotoria sono: affaticamento visivo da vicino, difficoltà nella lettura, ripetere parole o saltare righe e parole durante la lettura, movimento del capo eccessivo durante la lettura, difficoltà nel copiare dalla lavagna, problemi di coordinazione occhio-mano, distanza di lettura ridotta, difficoltà nel mantenere la concentrazione, sonnolenza, evitare il lavoro da vicino, mal di testa, spesso problemi scolastici¹⁸.

1.4 INTRODUZIONE ALLO STUDIO

La visione è la sinergia di tante abilità e caratteristiche oculari e cerebrali. Tuttavia molto spesso ci si sofferma sulla correzione dell'eventuale difetto refrattivo, tralasciando del tutto o non soffermandosi a sufficienza sulla situazione binoculare, pur essendo questa una delle aree con maggior incidenza di problematiche, essendo da 8,5 a 9,7 volte più probabile riscontrare problemi di natura non refrattiva piuttosto che patologie oculari nei bambini dai 6 mesi ai 18

anni¹⁹. Problemi irrisolti in quest'area possono compromettere totalmente o parzialmente la visione e il comfort del soggetto, senza contare che l'eventuale prescrizione deve tenere conto della situazione binoculare.

I problemi visivi possono influenzare negativamente il percorso scolastico dei bambini²⁰, in particolar modo compromettendo lettura, scrittura e capacità di concentrazione e attenzione. Un'indagine della IAPB ITALIA (Agenzia Internazionale per la Prevenzione della Cecità – Sezione Italiana), ha stimato che più del 35% dei bambini frequentanti le classi elementari non ha mai ricevuto una visita specialistica. Questi dati fanno intuire la necessità di sensibilizzare ad una maggiore attenzione alla salute visiva genitori e bambini. Sono stati proposti per questo motivo degli screening visivi alla Scuola Primaria Lucrezia Cornaro Piscopia di Cittadella (PD), che ha subito aderito all'iniziativa con grande entusiasmo sia da parte del corpo insegnanti e dei genitori, sia da parte dei bambini stessi. Il tutto si è svolto durante il mese di Maggio 2014, periodo ideale per valutare la funzionalità visiva essendo il sistema visivo all'apice dello stress, accumulato durante l'anno scolastico. Il progetto è stato condiviso da altre tre laureande del Corso di Laurea in Ottica e Optometria di Padova, ovvero le mie compagne Milo Serena, Pesavento Deborah e Stradiotto Alice che hanno valutato rispettivamente la progressione miopica, la condizione refrattiva e la postura. Il mio contributo è stato testare la situazione visiva di tre aree riguardanti la condizione non refrattiva: visione binoculare, accomodazione e motilità oculare.

Alla fine di ogni giornata di screening venivano riviste le singole schede e considerando la performance nei test e il questionario anamnestico si valutava se consigliare o meno un controllo optometrico completo, oppure l'urgenza di invio ad altre figure professionali. Insieme al risultato dello screening veniva anche consegnato un foglio con buone norme di igiene e strategia visiva.

1.5 OBIETTIVI DELLO STUDIO

Lo scopo di questo studio è valutare la prevalenza di difetti visivi di origine non refrattiva rientranti nelle aree visione binoculare, accomodazione e motilità oculare in una popolazione di bambini frequentanti la scuola primaria. Per questo sono stati scelti test il più possibile precisi e ripetibili e sono stati sottoposti ai bambini che hanno aderito allo studio. Ogni risultato ai test è stato giudicato a norma o non a norma secondo dei valori standard di riferimento; i soggetti che

presentavano valori fuori norma sono stati suddivisi in gruppi, valutando il quadro diagnostico che più era compatibile con la loro situazione visiva, considerando separatamente le tre aree di indagine.

È stato inoltre consegnato un questionario da compilare a casa, con l'aiuto dei genitori, per valutare la situazione anche da un punto di vista soggettivo e per verificare se eventuali problematiche avessero un riscontro sintomatico. Le domande contenute nel questionario sono rivolte ad evidenziare una condizione di non comfort o di astenopia potenzialmente attribuibile a difficoltà nelle aree considerate e a differenziare, per quanto possibile, la gravità dei sintomi. Ovviamente i risultati di questo questionario aiutano a comprendere le difficoltà del soggetto considerato ma sono solo indicativi poiché lo stesso sintomo spesso può essere causato da più fattori diversi.

In ultima analisi si sono andati a calcolare i risultati considerando l'orario scolastico dei soggetti, dividendo pertanto la popolazione in due gruppi. Il primo gruppo è composto da tutti i bambini, senza distinzione di età o sesso, con orario scolastico di 27 ore settimanali, che frequentano il tempo normale; il secondo gruppo è composto da quei bambini, senza distinzione di età o sesso, frequentanti il tempo pieno che prevede 40 ore settimanali. Quest'analisi ha lo scopo di evidenziare eventuali differenze nei risultati dei due gruppi, nell'ipotesi che la quantità di ore dedicate allo studio e di conseguenza a un lavoro prossimale possano influenzare alcune caratteristiche visive come, per fare un esempio, le forie e la flessibilità accomodativa.

1.6 LE ABILITÀ VISIVE

I test effettuati sono rivolti a valutare diversi aspetti della funzionalità visiva, divisi per area.

Visione binoculare

Foria associata: si è valutata la presenza o meno di foria associata sia orizzontale che verticale e in caso positivo si è quantificata la deviazione in diottrie prismatiche.

Stereopsi: si è valutato e quantificato in secondi d'arco il grado della stereopsi periferica, paracentrale e centrale dei soggetti.

Forie dissociate: si sono misurate in diottrie prismatiche le forie dissociate (che successivamente chiameremo solo forie) orizzontali per lontano e per vicino e le forie verticali solo per lontano.

Punto prossimo di convergenza: è stato misurato in cm il valore di rottura e di recupero del PPC.

Cover-uncover test: è stata valutata la presenza o l'assenza di tropia orizzontale o verticale; in caso positivo non è stata tuttavia quantificata la deviazione.

Accomodazione

Flessibilità accomodativa: è stata verificata e quantificata in cicli al minuto la flessibilità accomodativa monoculare di entrambi gli occhi e binoculare dei soggetti. Si sono utilizzati i flipper sferici $\pm 2,00$ D a 30 cm e la mira era della più alta acuità visiva raggiungibile dal soggetto; non avendo, infatti, la possibilità di correggere eventuali difetti visivi molti bambini non arrivavano a un'acuità ottimale da vicino.

Punto prossimo di visione nitida: non essendo possibile valutare il punto prossimo di accomodazione (perché soggetti non emmetropizzati) è stata valutata l'ampiezza di visione nitida avvicinando una mira accomodativa e misurando in cm la distanza alla quale il soggetto sfuoca (PPN).

Riflesso visuo-posturale: per poter commentare il PPN è stato valutato il REVIP dei soggetti, facendo scrivere una frase a ciascun bambino e misurando in cm la distanza tra occhi e foglio.

Motilità oculare

DEM: è stato sottoposto il DEM per valutare la precisione e la velocità delle saccadi oculari. I risultati di tempo equivalente verticale e orizzontale sono in secondi, il risultato della ratio e degli errori sono numeri puri. È stato deciso di analizzare solo le saccadi, tralasciando gli altri movimenti oculari, perché questi sono i movimenti fondamentali per il processo di scolarizzazione, essendo la lettura in particolare un insieme di saccadi precise e veloci.

CAPITOLO 2

2.1 SELEZIONE DELLA POPOLAZIONE

Gli screening hanno avuto luogo dal 14 al 30 Maggio 2014 durante tutto l'orario scolastico, ovvero dalle 8.00 alle 13.00 e dalle 14.00 alle 16.00, tutti i giorni Sabato escluso. La sistemazione era uno degli intercicli, aule destinate a lavori di laboratorio, dove sono state organizzate quattro postazioni che i bambini a rotazione occupavano.

La scuola ospita 17 classi di cui 10 a tempo normale e 7 a tempo pieno, per un totale di 357 bambini dei quali 212 a tempo normale e 145 a tempo pieno. La richiesta di partecipazione al progetto è stata rivolta a tutti i bambini e hanno aderito 319 soggetti. Dallo studio sono stati esclusi tre bambini: il primo è stato escluso perché autistico quindi, pur avendo partecipato ai test, non ha sempre dato risposte attendibili; il secondo è stato escluso perché durante alcuni test lamentava diplopia e durante altri presentava soppressione, motivo per il quale non sempre sono stati portati a termine i test (confrontandoci con la maestra siamo venute a conoscenza che il soggetto è uno degli alunni più brillanti della classe pertanto sarebbe stato interessante rividerlo una seconda volta; tuttavia, essendosi reso conto di aver avuto una performance non al pari dei compagni ed avendone già sofferto, si è preferito escluderlo dallo studio); il terzo è stato escluso perché ripetutamente assente, di conseguenza, pur avendo a disposizione il questionario, non è stato possibile sottoporlo ai test.

Sono stati perciò analizzati un totale di 316 bambini.

2.2 IL QUESTIONARIO

A tutti i bambini è stato consegnato un questionario da compilare a casa insieme ai genitori, per avere un aiuto nella comprensione delle domande e per poter rispondere a quesiti ai quali i bambini non avrebbero probabilmente saputo dare risposta, e da riportare nei giorni successivi. Il questionario è composto da 31 domande che vanno ad indagare sui progressi del soggetto, sulle sue abitudini e su eventuali sintomi. La parte considerata in questo elaborato è quella relativa ai sintomi, dalla quale sono state isolate alcune domande che meglio potevano riferirsi a sintomi indotti da problematiche della visione binoculare, dell'accomodazione o della visuomotricità. Di seguito la lista delle domande con-

siderate, stilate tenendo conto dei sintomi tipici di queste disfunzioni, visti in precedenza, e prendendo spunto dal questionario per la visione dei bambini presente in visionlab.org:

- Ti capita di:
 - ✓ Avvicinare il foglio quando leggi?
 - ✓ Vedere sfuocato da vicino (ad es. mentre leggi)?
 - ✓ Vedere sfuocato da lontano (ad es. alla lavagna)?
 - ✓ Vedere sfuocato da lontano dopo la lettura?
 - ✓ Vedere le parole muoversi o diventare doppie quando leggi?
 - ✓ Perdere il segno durante la lettura o di dover usare il dito/righello per tenere il segno?
 - ✓ Confondere le lettere durante la lettura?
 - ✓ Chiudere un occhio mentre leggi o osservi qualcosa da vicino?
- Ti piace leggere?
- Quando scrivi o leggi riesci a mantenere la concentrazione?
- Hai difficoltà a scuola?
- Noti o ti hanno fatto notare che un occhio devia (si sposta) verso l'interno o verso l'esterno?
- Hai spesso mal di testa?
- Inciampi spesso o ti capita di sbattere con frequenza negli oggetti?
- Provi fastidio quando sei in posti sovraffollati (nausea, tensione, claustrofobia)?

Ad ogni domanda sono state assegnate una o più aree di appartenenza, per andare ad indagare quale fosse l'ambito probabilmente più debole. Chiaramente lo stesso sintomo poteva essere associato a più problematiche e non solo di

natura non refrattiva. Tuttavia le risposte a queste domande, poste in relazione ai test proposti, aiutano ad inquadrare il soggetto e, soprattutto, a capire se i problemi presenti causano un effettivo disagio o se sono ben compensati.

Inizialmente si è indagato su quanti soggetti presentassero almeno un sintomo, indipendentemente da tutto il resto, per ogni area. Questo è stato fatto per avere un'idea generale dell'intera popolazione. Tuttavia, viste le altissime percentuali di soggetti sintomatici, il dubbio che questi risultati non rispecchiassero davvero la fetta di soggetti sintomatici per problematiche riguardanti la parte di visione non refrattiva è grande. Tante, in realtà, sono le variabili che entrano in gioco; un soggetto può risultare sintomatico anche se in realtà i suoi difetti riguardano altre abilità visive o addirittura altre tipologie di problemi (posturali, psicofisici etc...), come detto in precedenza. Si è pertanto cercato di selezionare i soggetti, alla ricerca di quella parte di popolazione che effettivamente presentava sintomi per problemi riguardanti le aree che si sta analizzando. Per far questo si sono considerati solo quei soggetti che presentavano almeno un valore fuori norma nei test effettuati, sempre dividendo per visione binoculare, accomodazione e visuomotricità. Si sono poi calcolate le prevalenze "di sintomi + valori fuori norma", considerando anche la quantità di sintomi riportati.

2.3 I TEST E LE NORME CONSIDERATE

Delle abilità visive testate durante gli screening, precedentemente descritte, si descriveranno qui i test utilizzati per valutarle e quali norme siano state considerate.

Foria associata

Sia per la valutazione (in diottrie prismatiche) della foria associata orizzontale che



per quella verticale è stato usato il test MKH (sequenza di Haase) presente nell'applicazione Vision App®, effettuato a 40 cm di distanza per rispettare il limite di risoluzione dello strumento. L'eventuale deviazione è stata corretta e quindi calcolata

inserendo prismi di diottrie prismatiche crescenti fino all'annullamento della

deviazione, con l'aiuto di una barra di prismi. La scelta di questo test è dovuta a due fattori principali. Innanzitutto lavorando con bambini e avendo i tempi ridotti tipici di uno screening i test sottoposti dovevano essere facili da capire e soprattutto coinvolgenti e interessanti; il Vision App era visto dai bambini come un normale tablet e avendo già confidenza con questo tipo di dispositivo l'esecuzione del test era veloce e non comportava problemi di diffidenza o soggezione neppure da parte dei bimbi più piccoli; con questo dispositivo è stato poi possibile evitare l'uso di filtri polarizzanti da far indossare, richiesta che poteva creare disagio nei soggetti. In secondo luogo il test MKH è uno dei più ripetibili e affidabili²¹, caratteristiche essenziali quando si ha a disposizione un solo risultato per soggetto. La norma considerata è stata l'assenza di foria associata e di conseguenza un risultato di 0 DP al test. Non si è ancora raggiunta una conclusione univoca sulla natura della disparità di fissazione e non si è ancora sicuri che la presenza di questa indichi maggiore stress visivo²², tuttavia avendo bisogno di una norma di riferimento si è deciso per l'assenza di disparità di fissazione come quadro auspicabile, sia per quanto riguarda le deviazioni orizzontali che per le verticali.

Stereopsi

Anche per la valutazione della stereopsi (globale, in secondi d'arco) è stato utilizzato il test presente in Vision App; questo test permette di valutare non solo la stereopsi centrale ma anche quella periferica e paracentrale in modo rapido. Anche in questo caso la distanza dal dispositivo era fissa a 40 cm.

Avendo a disposizione il test per la stereopsi presente nel Vision App si è deciso di tenere come norma il minimo grado stereoscopico raggiungibile dal dispositivo,

ovvero 290 sec/arc per la stereopsi periferica, 115 sec/arc per la paracentrale e 58 sec/arc per la centrale.



Forie

Sono state valutate e quantificate in diottrie prismatiche le forie orizzontali da lontano e da vicino e le forie verticali da lontano con il cilindro di Maddox, con applicato un prisma rotante, e una penlight. La valutazione è stata

fatta a 30 cm, essendo questa una distanza che meglio rispecchia la reale distanza di lavoro dei bambini, basti pensare che i più piccoli anche allungando completamente le braccia non arrivano a una distanza di 40 cm. Si è deciso di utilizzare questo test perché più ripetibile e affidabile di altri²³; in più è facilmente presentabile come un gioco.

Pur avendo dubbi sull'attendibilità nell'usare le stesse norme usate per soggetti adulti, per quanto riguarda le forie sono state utilizzate le norme proposte da Scheiman e Wick in "Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders"²⁴. Sono quindi stati considerati a norma i soggetti con foria orizzontale per lontano rientrante nel range 1 (± 2) DP di deviazione exo, con foria orizzontale per vicino rientrante nel range 3 (± 3) DP di deviazione exo e con foria verticale pari a 0 dp.

Punto prossimo di convergenza

Il PPC è stato valutato e quantificato in cm avvicinando una mira con tabella accomodativa con inclinazione di 30° fino allo sdoppiamento dell'immagine e



successivamente allontanandola fino al recupero; oltre a chiedere al soggetto di riferire lo sdoppiamento si è valutato il PPC anche in modo oggettivo, osservando l'eventuale perdita di fissazione di uno dei due occhi. Si è scelta una mira accomodativa perché molti studi²⁵ la indicano come più precisa e appropriata, nonostante anche altre mire diano ottimi risultati.

Il test è stato ripetuto tre volte per evidenziare eventuali cambiamenti di performance all'aumentare dello stress ed è stata calcolata infine la media aritmetica dei punteggi.

Sono state considerate come norme quelle proposte da Scheiman e Wick²⁶ i quali valutano a norma i soggetti che sdoppiano entro 5 cm ($\pm 2,5$) e recuperano entro 7 cm (± 3). Tuttavia non ritenendo problematico avere un PPC più vicino della norma sono stati considerati a norma i soggetti che sdoppiavano più vicino di 7,5 cm e recuperavano più vicino di 10 cm.

Cover-uncover test

Il cover-uncover test è stato sottoposto occludendo prima un occhio e poi l'altro, cercando movimenti nell'occhio scoperto. Il bambino fissava una mira a distanza di circa 2 m. In caso di presenza di tropia è stata valutata la direzione della deviazione ma non è stata quantificata. Il risultato di questo test è per questo solo qualitativo, presenza o assenza di tropia.

Sono stati considerati a norma i soggetti che non presentavano tropia e che risultavano pertanto negativi al cover-uncover test, considerando la presenza di tropia come una caratteristica non auspicabile in un sistema visivo funzionante e funzionale.

Flipper accomodativi

Si è voluta valutare la flessibilità accomodativa sottoponendo il test dei flipper sferici. Sono stati utilizzati flipper sferici $\pm 2,00$ D e la mira, ben illuminata e posta a 30 cm per i motivi esposti precedentemente, era della



più piccola acuità visiva distinguibile dal soggetto, non avendo la possibilità di correggere eventuali difetti refrattivi (il test da vicino usato arriva a un'acuità di 8/10). Il test è stato somministrato per la durata di un minuto in monocolare, occludendo l'occhio sinistro e poi il destro, e in binocolare per valutare anche il rapporto accomodazione/vergenza. Non essendoci spesso significative differenze tra occhio destro e occhio sinistro si è deciso di analizzare solo i risultati dell'occhio destro, oltre a quelli del test in binocolare.

Nuovamente si sono considerate le norme proposte da Scheiman e Wick²⁷, valutando tuttavia fuori norma solo i soggetti che non raggiungevano i cicli al minuto minimi per avere una buona performance, non quelli che superavano la norma compiendo più cicli al minuto. In questo caso oltre a differenziare le norme per come è stato svolto il test (monocularmente o binocularmente), si è considerata anche l'età del soggetto ed è quindi più semplice fare riferimento alla tabella 1, nella quale saranno messi i limiti di cicli al minuto al di sotto dei quali il soggetto era considerato fuori norma.

Tabella 1. Limiti delle norme divisi per età dei flipper accomodativi $\pm 2,00$

Flipper	Mono (c/m)	Bino (c/m)
6 anni	3,0	0,5
7 anni	4,5	1,0
8-12 anni	4,5	2,5

Punto prossimo di visione nitida

Il PPN è stato valutato avvicinando la stessa mira accomodativa utilizzata per il PPC fino allo sfuocamento. Il test è stato svolto monocolarmente, ocludendo prima l'occhio sinistro e poi il destro. Anche in questo caso, non essendoci il più delle volte differenze significative tra i due occhi, si sono considerati solamente i risultati dell'occhio destro.

REVIP

Il REVIP è stato valutato chiedendo al bambino di scrivere una frase e misurando



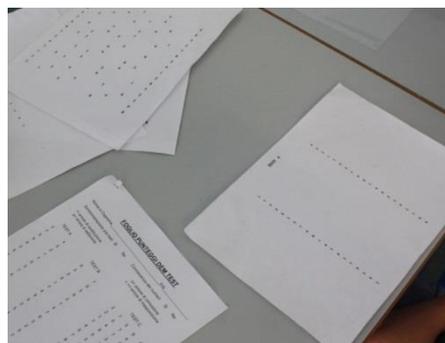
in cm la distanza dal foglio assunta. Non esistono norme per il punto prossimo di visione nitida, che dà informazioni sulla situazione del soggetto nella condizione attuale. Sono stati però confrontati questi risultati con quelli del REVIP. Infatti un PPN maggiore

della metà del REVIP può determinare difficoltà nel lavoro prolungato da vicino²⁸.

La norma considerata è stata quindi: $PPN \leq REVIP/2$.

DEM

Il DEM test è stato sottoposto per valutare velocità e precisione dei movimenti saccadici, seguendo la procedura di utilizzo del test²⁹. È stato somministrato inizialmente il test per verificare la conoscenza dei numeri e successivamente, in sequenza, il test A, B e C. Il tempo cronometrato e gli errori di ogni test sono stati registrati nell'apposita scheda;



infine sono stati calcolati tempo equivalente verticale, tempo equivalente orizzontale e ratio. La distanza fissata era di 30 cm e l'illuminazione era buona. Come norme sono state considerate quelle suggerite nel manuale d'uso del DEM³⁰, divise per età. Sono stati considerati fuori norma i soggetti con tempo equivalente verticale o orizzontale più alto della norma (non più basso), con più errori commessi di quelli concessi dalla norma e con ratio superiore alla norma (non inferiore). I valori sono riassunti nella tabella 2.

Tabella 2. Limiti delle norme divisi per età per il test DEM

DEM	t. eq. O	t. eq. V	Errori	Ratio
6 anni	79,70	130,87	26,71	2,03
7 anni	64,03	116,12	25,41	2,01
8 anni	54,65	70,05	11,52	1,42
9 anni	50,53	64,43	6,27	1,40
10 anni	47,71	57,75	4,59	1,36
11 anni	42,56	50,23	4,02	1,28

2.4 L'ANALISI STATISTICA

I dati raccolti sono stati inseriti in un foglio di calcolo Excel per calcolare i principali indici statistici e le frequenze relative ed assolute per descrivere la popolazione, considerando la suddivisione per età, sesso dei soggetti e tempo scolastico frequentato. Allo stesso modo sono stati riportati i valori relativi al questionario anamnestico. Avendo diviso le domande per area di interesse, queste prevalenze sono state calcolate considerando separatamente visione binoculare, accomodazione e visuomotricità.

Il passo successivo è stato andare a determinare quanti soggetti sono al di sotto della norma, per ogni test sottoposto. Si è pensato quindi, visti i limiti del questionario che facilmente poteva dare risultati non attendibili (se non valutati ulteriormente), di calcolare quanti dei soggetti fuori norma presentavano sintomi;

questo per vedere da un lato se la problematica presente comportava poi effettivamente un discomfort visivo, dall'altro per avere un'idea sul grado di consapevolezza dei soggetti. Su un foglio Excel sono stati incrociati i dati di test e questionario (sempre dividendo per area di interesse) ed è stato attribuito punteggio 1 a quei soggetti con risultati a norma nei test o risultati negativi al questionario e punteggio 2 a quelli che presentavano valori fuori norma e almeno un sintomo nell'area riguardante il test fallito. Si sono sommati i soggetti con punteggio 2 nell'area binoculare, poi accomodativa e infine visuomotoria e si sono calcolate le frequenze relative. Per differenziare ulteriormente la popolazione si sono attribuiti anche dei valori di gravità dei sintomi, considerando la presenza di 1-2 sintomi come sintomaticità lieve, di 3-4 sintomi come sintomaticità media e di più di 4 sintomi come sintomaticità forte. La fetta di popolazione fuori norma e con sintomi è stata allora ulteriormente divisa in tre parti con gravità dei sintomi crescente.

Si è poi cercato di descrivere la popolazione totale dividendola per presenza di problemi in una determinata area. Ogni soggetto è stato assegnato a una delle seguenti aree, a seconda della maggiore difficoltà riscontrata nello svolgimento dei test: nessun problema (il soggetto risultava a norma in tutti i test proposti), visione binoculare (il soggetto era fuori norma nei test riguardanti la visione binoculare e presentava più difficoltà in quest'area rispetto alle altre due), accomodazione (il soggetto era fuori norma nei test riguardanti l'accomodazione e presentava più difficoltà in quest'area rispetto alle altre due) e motilità oculare (il soggetto era fuori norma nel DEM e presentava più difficoltà in quest'area rispetto alle altre due).

Durante lo svolgimento dell'analisi sopra descritta ci si è presto reso conto che più soggetti presentavano valori fuori norma in più aree distinte. Non essendo l'obiettivo di questo studio fare diagnosi optometrica si sono quindi rianalizzati i dati, considerando separatamente le tre aree. In questo modo è stato possibile avere una descrizione più dettagliata dei problemi presenti o meno nella popolazione, tralasciando quale poi effettivamente sia il problema più rilevante per ogni soggetto. Per portare a termine al meglio questa parte di analisi si sono considerati dei test (sempre di una determinata area) per indagare quale fosse il quadro problematico più compatibile con ogni soggetto.

Visione binoculare

Si sono considerati in questa fase solo i risultati delle forie e del punto prossimo di convergenza. I soggetti fuori norma sono stati fatti rientrare in una delle seguenti aree, a seconda di quale meglio descriveva ogni singola condizione.

- Eccesso di divergenza: exo fuori norma da lontano
- Insufficienza di convergenza: exo fuori norma da vicino e PPC anomalo
- Falsa insufficienza di convergenza: exo fuori norma da vicino e PPC normale
- Exo di base: exo fuori norma da lontano e da vicino con una differenza tra i due valori di al massimo 5 DP³¹
- Insufficienza di divergenza: eso fuori norma da lontano
- Eccesso di convergenza: eso fuori norma da vicino
- Eso di base: eso da lontano e da vicino con una differenza tra i due valori di al massimo 5 DP³²

Avendo quindi il numero di soggetti rientranti in ciascuna di queste categorie, si sono calcolate le frequenze relative rispetto la popolazione totale, poi rappresentate in un istogramma.

Come ultimo passo si è voluto considerare solo la popolazione fuori norma nell'area della binocularità (211 soggetti) e disegnare un grafico a torta che descrivesse la distribuzione dei problemi analizzati. Questo è stato fatto per capire al meglio quale delle problematiche considerate sia più presente nella popolazione.

Accomodazione

Per quanto riguarda l'area accomodativa sono stati considerati i risultati dei flipper monoculari. L'analisi statistica svolta è stata la stessa dell'area di visione binoculare ma i soggetti fuori norma erano fatti rientrare in una di queste tre problematiche:

- Eccesso accomodativo: flipper monoculare fuori norma con difficoltà nel positivo
- Insufficienza accomodativa: flipper monoculare fuori norma con difficoltà nel negativo
- Inerzia accomodativa: flipper monoculare fuori norma con difficoltà in entrambi i segni

Visuomotricità

Per valutare la visuomotricità si sono considerati i risultati del DEM di tempo equivalente verticale, tempo equivalente orizzontale e ratio. L'analisi statistica effettuata corrisponde a quella svolta per le aree precedenti. I soggetti fuori norma sono stati classificati in tre tipologie:

- Comportamento del 2° tipo: tempo del test orizzontale (t. eq. O) fuori norma, nella norma il tempo del test verticale (t. eq. V), ratio fuori norma. Quadro che identifica la presenza di disfunzioni oculomotorie.
- Comportamento del 3° tipo: tempo di entrambi i test anormale (t. eq. V e t. eq. O fuori norma) ma ratio normale. Quadro che identifica difficoltà nel nominare i numeri e non nella motilità oculare.
- Comportamento del 4° tipo: tempo di entrambi i test anormale (t. eq. V e t. eq. O fuori norma) e ratio fuori norma. Quadro che identifica difficoltà sia nel nominare i numeri sia nella motilità oculare.

Come ultima analisi si è valutato se potevano esserci significative differenze nei risultati dei bambini frequentanti il tempo normale e di quelli frequentanti il tempo pieno. La popolazione è stata divisa in due sottogruppi e sono state ricalcolate le frequenze relative dei soggetti fuori norma nei test che più verosimilmente potevano subire un'influenza dallo stile di vita dei soggetti, ovvero forie orizzontali da lontano e da vicino, flipper accomodativi monoculari e binoculari, tempo equivalente verticale, tempo equivalente orizzontale e ratio del DEM.

CAPITOLO 3

3.1 I RISULTATI

Sono stati valutati 316 bambini della scuola primaria. La popolazione è composta da 23 bambini di sei anni (7,28%), 49 di sette anni (15,51%), 66 di otto anni (20,88%), 65 di nove anni (20,57%), 80 di dieci anni (25,32%), 32 di undici anni (10,13%) e 1 di dodici anni (0,31%, nelle analisi che seguiranno questo soggetto sarà incluso nel gruppo degli 11 anni, essendo nella stessa classe quinta di questi soggetti). Per quanto riguarda il sesso la popolazione è uniformemente divisa, essendo considerati 159 soggetti maschi (50,32%) e 157 soggetti femmine (49,68%). Considerando invece il tempo scolastico frequentato dai soggetti abbiamo 179 bambini frequentanti il tempo normale (56,65%) e 137 bambini frequentanti il tempo pieno (43,35%).

Grafico 1. Divisione della popolazione secondo il sesso

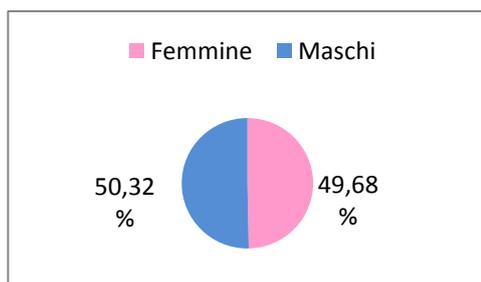
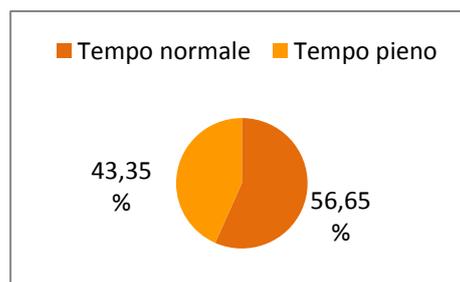
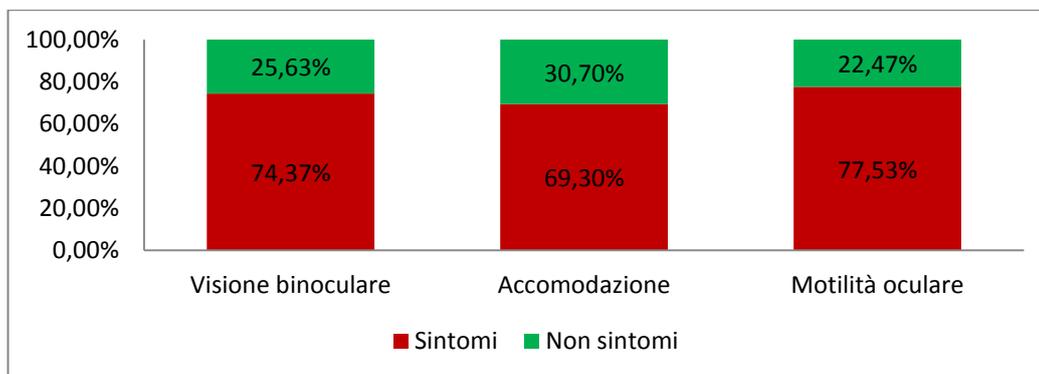


Grafico 2. Divisione della popolazione secondo il tempo frequentato



Un'alta percentuale di soggetti, valutando il questionario anamnestico, presenta almeno un sintomo: il 74,37% dei soggetti riporta sintomi per quanto riguarda la visione binoculare, il 69,30% per l'accomodazione e il 77,53% per la visuomotricità.

Grafico 3. Sintomi della popolazione totale



Per fotografare la condizione visiva della popolazione presa in esame, sono state valutate le abilità visive raggruppate in tre aree: visione binoculare (testando la presenza di foria associata e di tropia, la stereopsi, la foria e il punto prossimo di convergenza), accomodazione (testando i flipper sferici e il punto prossimo di visione nitida) e visuomotricità (sottoponendo il DEM).

Abbiamo quindi verificato quanti soggetti in percentuale avessero valori fuori norma nei test sottoposti.

Visione binoculare

La maggior parte della popolazione non presenta foria associata, specialmente considerando la foria associata verticale. Abbiamo infatti il 18,99% della popolazione che presenta una foria associata orizzontale e solo il 3,48% che presenta una foria associata verticale. La stereopsi invece presenta una maggior percentuale di soggetti fuori norma; non arriva a un valore ottimale di stereopsi periferica il 19,94% dei soggetti, di stereopsi paracentrale il 25,95% e di stereopsi centrale il 33,54%. Le percentuali maggiori di valori fuori norma sono però nei risultati delle forie orizzontali: il 44,62% della popolazione presenta una foria orizzontale fuori norma da lontano e il 54,11% da vicino. Una minoranza dei soggetti presenta invece una foria verticale, ovvero il 7,91%. Per quanto riguarda il PPC il 13,29% dei soggetti sdoppia a una distanza maggiore della norma e il 36,39% recupera a una distanza dopo la norma. Il 23,10% dei soggetti presenta poi una tropia, dato che sarebbe interessante verificare ulteriormente.

Accomodazione

I flipper monoculari raccolgono una gran percentuale di soggetti fuori norma, arrivando al 42,41% della popolazione che non compie sufficienti cicli al minuto; dato interessante è quello dei flipper binoculari poiché solo l'8,86% dei soggetti è fuori norma. Questo sta ad indicare che una parte dell'alta percentuale di soggetti con foria orizzontale fuori norma da vicino riesce tuttavia ad avere una buona performance nei flipper binoculari. Il 29,11% dei soggetti presenta poi un'ampiezza di visione nitida fuori norma se paragonata al REVIP.

Motilità oculare

Il 20,57% dei soggetti non completa il primo test del DEM in un tempo sufficientemente breve per rientrare nei valori di norma, il 14,56% presenta poi un

valore di tempo equivalente orizzontale fuori norma e il 10,13% ha un valore di ratio fuori norma. Questi valori ci fanno già intuire che è maggiore la difficoltà nel nominare i numeri (capacità verificata con il primo test) che quella nel compiere saccadi precise (capacità verificata con il secondo test). Per quanto riguarda gli errori solo il 3,80% dei soggetti compie più errori della norma.

I risultati sono raccolti nella tabella III.

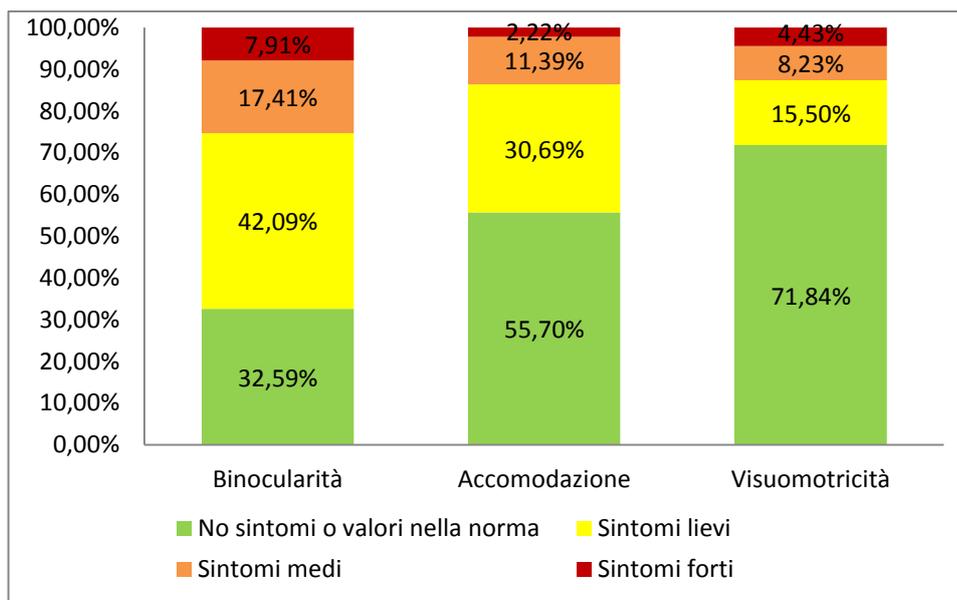
Tabella III. Percentuali dei soggetti a norma e non in tutti i test presentati

		Nella norma	Fuori norma
Foria associata (DP)	Orizzontale	81,01%	18,99%
	Verticale	96,52%	3,48%
Stereopsi (sec d'arco)	Periferica	80,06%	19,94%
	Paracentrale	74,05%	25,95%
	Centrale	66,46%	33,54%
Foria (DP)	Orizzontale L	55,38%	44,62%
	Orizzontale V	45,89%	54,11%
	Verticale	92,09%	7,91%
PPC (cm)	Sdoppia	86,71%	13,29%
	Recupera	63,61%	36,39%
Cover-uncover		76,90%	23,10%
Flessibilità accomodativa (c/min)	OD	57,59%	42,41%
	OU	91,14%	8,86%
PPN (cm)	Sfuoca	70,89%	29,11%
DEM	t. eq. V	79,43%	20,57%
	t. eq. O	85,44%	14,56%
	Ratio	89,87%	10,13%
	Errori	96,20%	3,80%

Considerando i soggetti sintomatici che presentano almeno un valore fuori norma è emerso che della popolazione totale il 67,41% dei soggetti presenta sintomi e almeno un valore fuori norma per quanto riguarda la binocularità, di cui il 42,09%

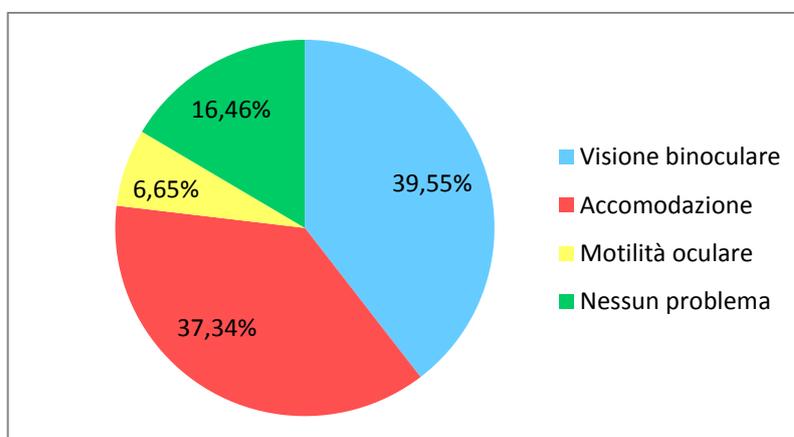
sintomi lievi, il 17,41% sintomi medi e il 7,91% sintomi severi; il 44,30% per quanto riguarda l'accomodazione di cui il 30,69% sintomi lievi, l'11,39% sintomi medi e il 2,22% sintomi severi; il 28,16% per quanto riguarda la visuomotricità, di cui 15,50% sintomi lievi, l'8,23% sintomi medi e il 4,43% sintomi severi (vedi grafico 4).

Grafico 4. Distribuzione dei sintomi nella popolazione con almeno un valore fuori norma ai test



E' evidente come sia la binocularità l'area di maggior difficoltà, dove solo circa 1/3 dei bambini non presenta sintomi, seguita da accomodazione, dove l'assenza di sintomi coinvolge circa metà della popolazione, e visuomotricità (circa 2/3). In particolare i risultati dei bambini che presentano anomalie non refrattive, suddivise nelle tre aree considerate, sono rappresentati nel grafico 5.

Grafico 5. Percentuale di soggetti che presentano un problema visivo di natura non refrattiva



Ancora una volta si conferma la binocularità come area con maggior soggetti in difficoltà, arrivando quasi al 40% della popolazione totale. Tuttavia anche l'accomodazione non si discosta molto come valore, meno invece la motilità oculare.

Va tenuto presente che in ciascuna area sono raggruppati bambini con la problematica predominante, ma, in molti casi, lo stesso soggetto presenta difficoltà in più aree. Per questo motivo si è deciso di analizzare separatamente visione binoculare, accomodazione e visuomotricità, entrando anche nel dettaglio delle problematiche considerate.

3.2 LE PREVALENZE DELLE DISFUNZIONI

Visione binoculare

Basandosi su forie e PPC si sono analizzati i soggetti fuori norma che presentano un quadro compatibile con un problema di visione binoculare (66,50% della popolazione totale). Essendo il nostro studio uno screening, che non sostituisce un'analisi visiva completa, c'è la possibilità che questi dati, approfonditi, possano dare risultati diversi ma non è la diagnosi optometrica il fine di questa analisi.

I soggetti fuori norma sono quindi stati divisi nelle categorie classiche che identificano la tendenza a convergere o divergere in eccesso. L'AC/A non era disponibile perché per motivi di tempo e strumentazioni non si è misurato l'AC/A gradiente e non si è potuto fare l'AC/A calcolato mancando la distanza interpupillare di ogni soggetto (considerando l'età dei partecipanti allo studio questo valore è molto variabile e quindi non standardizzabile); i soggetti rientrano perciò nelle classi exo o eso di base se la deviazione da vicino si discosta da quella da lontano di al massimo 5 DP.

Come descritto nella tabella II e nel grafico 6 i soggetti con tendenza eso rappresentano la maggioranza, oltre il 53%, mentre i soggetti con tendenza exo sono meno del 13%. Questo è ancora più evidente nel grafico 7, nel quale le percentuali si riferiscono ai 211 bambini con problemi di binocularità, escludendo i restanti senza problemi di visione binoculare.

Tabella IV. Frequenze assolute e relative dei soggetti con quadri compatibili a disfunzioni di visione binoculari

Disfunzioni di visione binoculare	Frequenze assolute	Frequenze relative
Eccesso di divergenza	9	2,85%
Insufficienza di convergenza	3	0,95%
Falsa insufficienza di convergenza	23	7,28%
Exo di base	5	1,58%
Insufficienza di divergenza	36	11,39%
Eccesso di convergenza	45	14,24%
Eso di base	90	28,48%
Nessun problema	105	33,23%
	316	100%

Grafico 6. Prevalenze dei soggetti con quadri compatibili a disfunzioni di visione binoculare

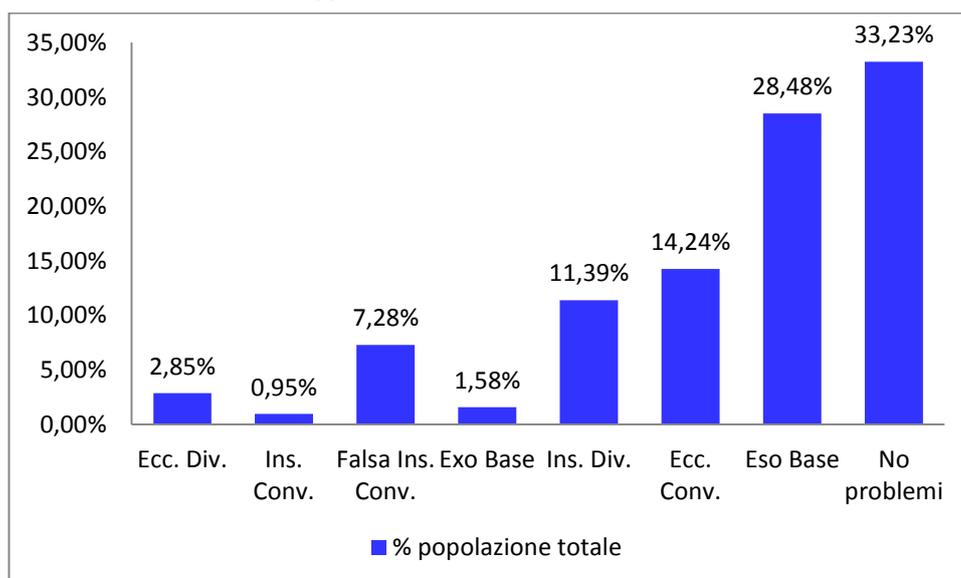
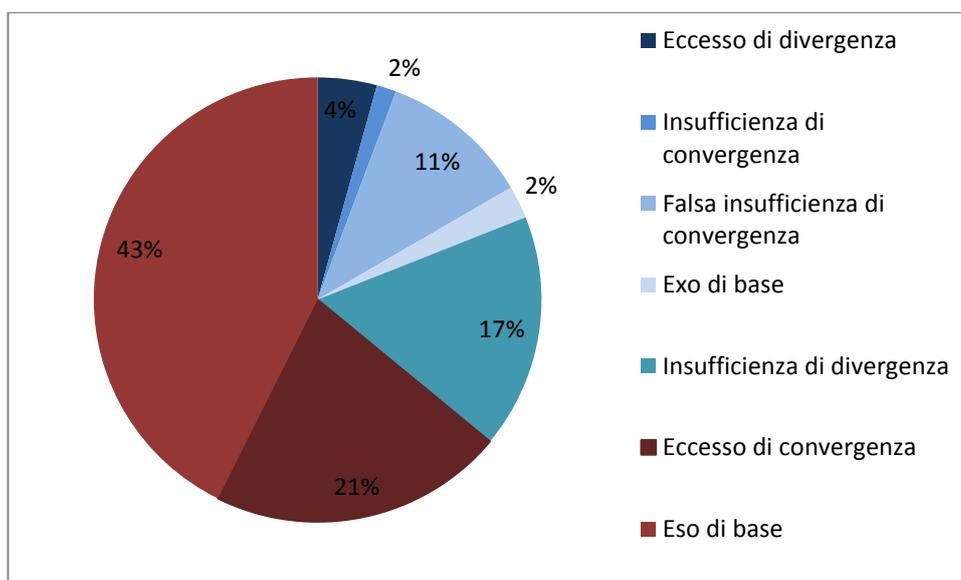


Grafico 7. Distribuzione delle disfunzioni di visione binoculare nella popolazione non a norma



Accomodazione

L'analisi per quanto riguarda l'area accomodativa è stata svolta considerando i flipper monoculari. I soggetti fuori norma (42,41% della popolazione totale) sono stati divisi in tre gruppi a seconda del quadro riportato. Anche in questo caso approfondire l'analisi integrando altri test potrebbe portare ad altri risultati.

Di seguito sono riportati i risultati in tabella III e grafico 8.

Tabella V. Frequenze assolute e relative dei soggetti con quadri compatibili a disfunzioni accomodative

Disfunzioni accomodative	Frequenze assolute	Frequenze relative
Eccesso accomodativo	62	19,62%
Insufficienza accomodativa	25	7,92%
Inerzia accomodativa	47	14,87%
No problemi	179	57,59%
	316	100%

Quasi 1/5 dei bambini presenta una tendenza all'eccesso accomodativo, mentre percentuali minori sono rappresentate da inerzia e insufficienza accomodativa, come è evidenziato nel grafico 8 ma soprattutto nel grafico 9, dalle quali percentuali sono stati esclusi i soggetti senza problemi accomodativi.

Grafico 8. Prevalenze dei soggetti con quadri compatibili a disfunzioni accomodative

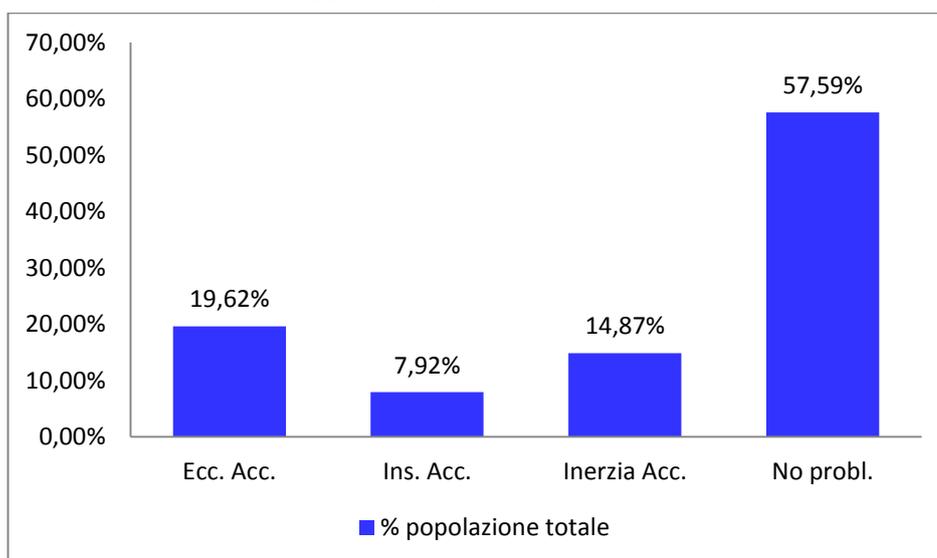
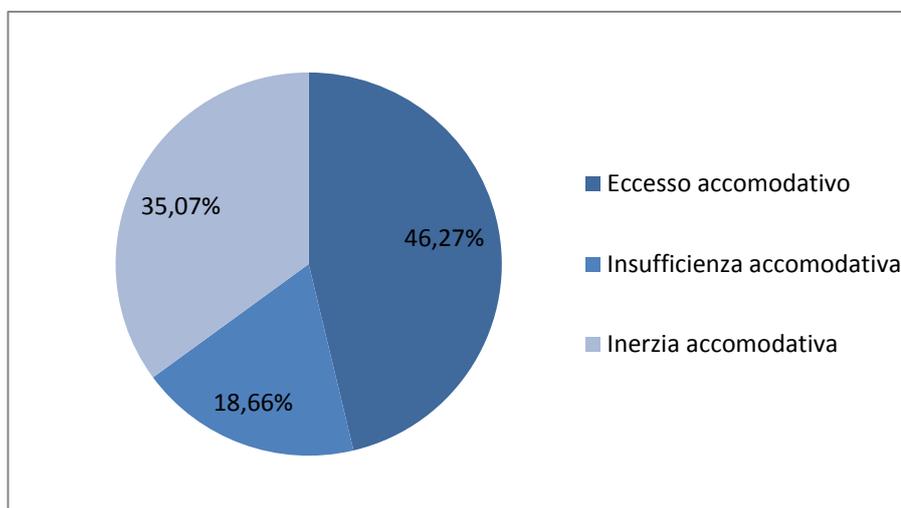


Grafico 9. Distribuzione delle disfunzioni accomodative nella popolazione non a norma



Visuomotricità

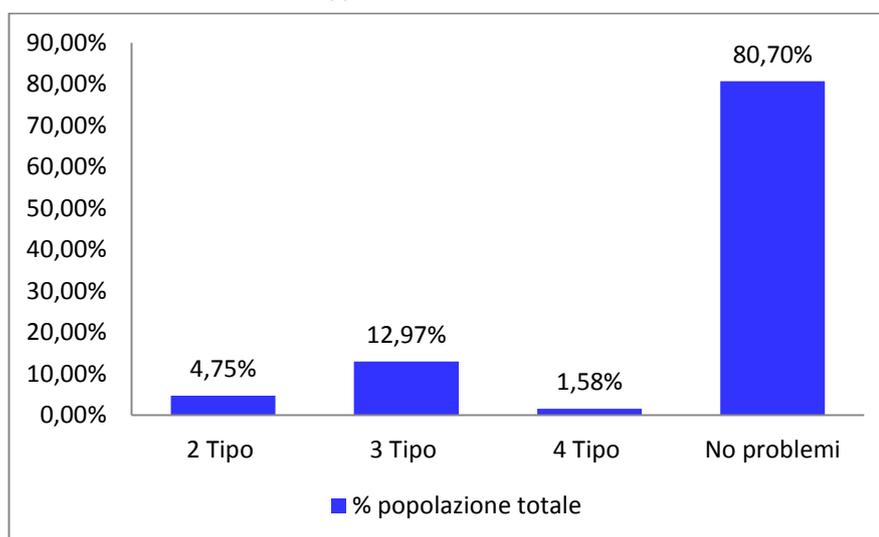
I soggetti con quadri compatibili a problemi di motricità oculare, con performance fuori norma nel test DEM, sono il 19,30% della popolazione totale. In questo caso i risultati, confrontabili con valori standardizzati, sono ripetibili e un soggetto che

fallisce il DEM, pur necessitando di una diagnosi optometrica differenziale, avrà davvero un problema nella motilità oculare. Anche qui i soggetti fuori norma sono stati divisi in quattro gruppi, a seconda della loro performance. Solo i comportamenti del secondo e del quarto tipo identificano un soggetto con difficoltà visuomotorie. I risultati sono presentati in tabella IV e grafico 10.

Tabella VI. Frequenze assolute e relative dei soggetti con quadri compatibili a disfunzioni visuomotorie

Disfunzioni visuomotorie	Frequenze assolute	Frequenze relative
2 Tipo	15	4,75%
3 Tipo	41	12,97%
4 Tipo	5	1,58%
No problemi	255	80,70%
	316	100%

Grafico 10. Prevalenze dei soggetti con quadri compatibili a disfunzioni visuomotorie

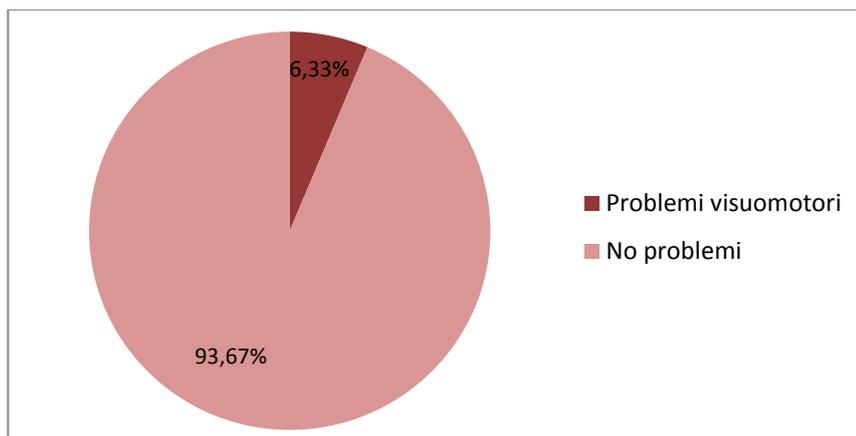


Dalla tabella e dal grafico si nota subito che i soggetti con problemi di visuomotricità sono una minoranza rispetto la popolazione totale. Questa differenza rispetto le prevalenze delle altre aree è da attribuire anche alla maggior precisione del test.

In questo caso è utile poi raggruppare i quattro gruppi in due sottogruppi, ovvero soggetti con disfunzioni visuomotorie e non. Il tipo 3 infatti fallisce il DEM per una difficoltà nel nominare i numeri e non per problemi visuomotori.

I risultati sono esposti in grafico 11.

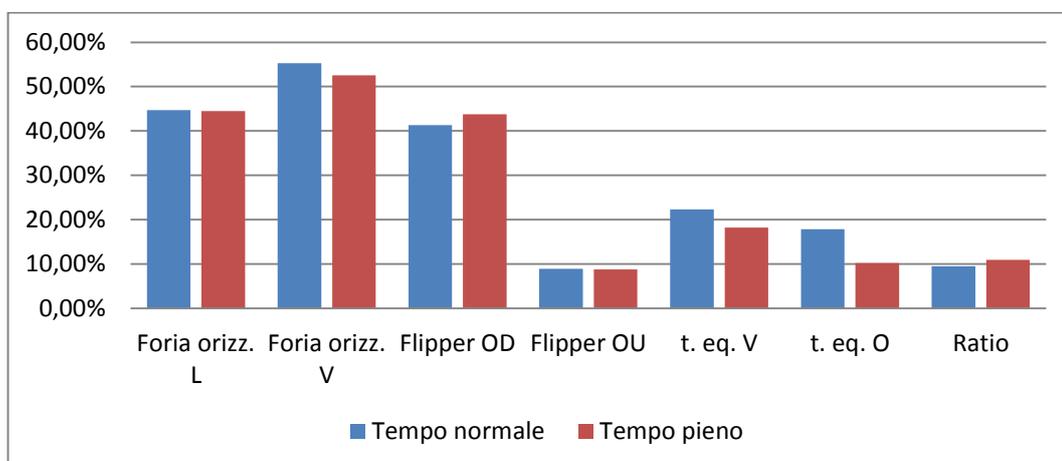
Grafico 11. Prevalenze soggetti con disfunzioni visuomotorie e non nella popolazione totale



3.3 TEMPO PIENO E TEMPO NORMALE

Nell'ipotesi che bambini che rimangono a scuola anche il pomeriggio possano stimolare eccessivamente il sistema visivo, inducendo problemi visivi, sono state accostate le frequenze relative ai test fuori norma dei bambini a tempo pieno e tempo normale ma come già si evince dal grafico 12 non ci sono grandi differenze, motivo per il quale non è stato effettuato un test statistico.

Grafico 12. Prevalenze dei soggetti fuori norma in forie, flipper e DEM delle classi a tempo normale e delle classi a tempo pieno



CAPITOLO 4

4.1 LA DISCUSSIONE DELLE PREVALENZE

L'obiettivo principale dello studio è indagare la prevalenza di difetti visivi non refrattivi. I risultati della prima analisi, svolta assegnando un soggetto a una sola disfunzione in base al problema che sembrava più rilevante, suggeriscono che solo il 17% della popolazione totale ha un quadro visivo non compatibile con disfunzioni di natura binoculare, accomodativa o visuomotoria. Tutti gli altri soggetti necessitano di un approfondimento, trovandosi in difficoltà specialmente nelle aree binoculare e accomodativa, nelle quali troviamo quasi il 40% della popolazione in difficoltà, per un totale di quasi l'80%. L'area visuomotoria raccoglie invece meno soggetti problematici; troviamo infatti solo il 7% della popolazione con probabile disfunzione visuomotoria.

La situazione reale che si riscontrerebbe approfondendo la condizione di ogni soggetto potrebbe essere meno preoccupante di questa e darebbe come risultati delle percentuali di soggetti aventi disfunzioni di questo tipo molto più basse. Tuttavia i risultati di questo screening sono indicativi di una situazione non ottimale nella maggior parte della popolazione.

Nella seconda analisi si è andati ad indagare la situazione visiva di ogni soggetto con più libertà, dando rilevanza a ogni aspetto della funzionalità visiva e quindi lasciando la possibilità di avere disfunzioni anche in due (o eventualmente tre) aree.

Per quanto riguarda la visione binoculare il 66,77% della popolazione totale ha un quadro visivo compatibile con una disfunzione di questo tipo. I problemi maggiori sono legati a condizioni esoforiche visto che il 54,11% della popolazione totale rientra in una delle classi insufficienza di divergenza, eccesso di convergenza o eso di base. La condizione exoforica fuori norma è meno presente e coinvolge meno del 13% della popolazione, sommando le percentuali di ogni classe. Percentuali simili, sempre più spostate verso l'esoforia piuttosto che l'exoforia fuori norma, si trovano considerando il solo test delle forie. Tralasciando i risultati delle forie verticali dove meno dell'8% della popolazione risulta fuori norma, abbiamo infatti il 45% della popolazione fuori norma nelle forie orizzontali da lontano e quasi il 55% nelle forie orizzontali da vicino; la deviazione inoltre è appunto più spesso in direzione eso che exo. Il cilindro di Maddox può

far localizzare la striscia rossa più vicino della luce puntiforme, favorendo un risultato nella deviazione eso³³. Questo tuttavia non basta a spiegare l'alta incidenza di soggetti fuori norma. Più probabilmente le norme adottate non sono così affidabili per i bambini; l'ipermetropia è infatti la condizione refrattiva più diffusa durante l'infanzia e questo può influenzare la binocularità³⁴. Prendiamo come esempio uno studio svolto da Don W. Lyon et. al. e pubblicato nel 2005³⁵, sebbene in questo caso sia stato usato come test il Modified Thorington test. Dopo aver analizzato 879 bambini (453 dai 6 agli 8 anni e 426 dai 9 agli 11 anni) gli autori hanno raggiunto i seguenti risultati, che hanno proposto come norme per questo test: per quanto riguarda i soggetti del primo gruppo (6-8 anni) la foria orizzontale per lontano ha media 0 (± 2), quella per vicino 1 exo (± 4); per i soggetti del secondo gruppo (9-11 anni) la foria orizzontale per lontano ha media 0 (± 1), quella per vicino nuovamente 1 exo (± 4). Sicuramente usando queste norme i risultati di questo studio sarebbero diversi e conterebbero molti più soggetti a norma, specie nelle forie orizzontali da vicino, cosa che si ripercuoterebbe anche nelle percentuali delle disfunzioni, che sarebbero quindi più basse.

Le percentuali dei soggetti fuori norma al test PPC invece non rispecchiano le percentuali dei soggetti con insufficienza di convergenza. Abbiamo infatti il 13% dei soggetti con PPC allontanato ma meno dell'1% con possibile insufficienza di convergenza. Tuttavia studi precedenti³⁶ hanno trovato percentuali molto simili a quelle di questo studio per quanto riguarda i soggetti con PPC fuori norma. Per questo motivo probabilmente è ancora un problema riguardante le norme utilizzate per le forie, in questo caso perché forse troppo tolleranti nelle deviazioni exo.

Questa incertezza nei risultati è confermata anche in letteratura.

Cercando i risultati di altri studi abbiamo avuto conferme di alcune prevalenze e notevoli differenze di risultati per altre. È stata considerata una revisione della letteratura³⁷ precedente che considerava dieci articoli su studi di prevalenze di disfunzioni accomodative e binoculari non associate a strabismo, pubblicati in inglese e presenti nei databases di MEDLINE, CINAHL, FRANCIS e PsycINFO . Ci si accorge da subito come i risultati varino da studio a studio, anche a causa delle norme utilizzate che non sono univoche. In tabella 1 proponiamo i risultati di questo lavoro e quelli presenti nella revisione (proposti in range se considerati più

studi) che consideravano una popolazione di bambini. Mancano alcune disfunzioni qui considerate ma non analizzate negli studi proposti.

Tabella VII. Prevalenze delle disfunzioni di visione binoculare ottenute da questo studio a confronto con quelle ottenute da altri.

	Questo studio	Altri studi
Eccesso di divergenza	2,85%	0,80%
Insufficienza di convergenza	0,95%	2,25-33,0%
Exo di base	1,58%	0,30%
Insufficienza di divergenza	11,39%	0,1-0,7%
Eccesso di convergenza	14,24%	7,1-15,0%
Eso di base	28,48%	0,60-9,0%

Le differenze maggiori sono quelle dei risultati di eso di base, insufficienza di convergenza e insufficienza di divergenza. Per quanto riguarda l'eso di base e l'insufficienza di convergenza vediamo che i risultati variano molto anche all'interno degli studi considerati e gli autori dell'articolo attribuiscono questa variazione alla quantità di test sottoposti ai soggetti, al tipo di popolazione considerata (uno studio considerava una popolazione di bambini di una clinica optometrica, gli altri delle scuole primarie) e alle norme poi tenute. Nel nostro caso per quanto riguarda l'insufficienza di convergenza, avendo considerato sia le forie sia il PPC, siamo più sicuri di aver ottenuto un risultato simile alla situazione reale. Per quanto riguarda l'eso di base e l'insufficienza di divergenza si è propensi ad attribuire questa elevata percentuale, ancora una volta, al tipo di norme considerate.

Le abilità visive non considerate per la classificazione appena discussa sono foria associata, stereopsi e tropia.

È presente foria dissociata, specie se verticale, nella minoranza della popolazione. Quasi il 20% della popolazione presenta foria associata orizzontale anche se nella maggior parte dei casi il valore di questa è piuttosto basso (tralasciando la direzione, nella maggior parte dei casi la deviazione è pari a

1-1,5 DP). Meno del 4% della popolazione invece presenta una foria associata verticale e anche questa spesso è di valore molto basso.

I risultati del cover test suggeriscono la presenza di tropia nel 23% della popolazione. Questa percentuale è estremamente alta se confrontata con altri studi, ad esempio quello condotto da Barbara Junghans et. al. in Australia e pubblicato nel 2002³⁸, dove solo lo 0,3% dei soggetti è risultato positivo al cover test. Lo stesso risultato risulta invece verosimile se confrontato con quelli di altri screening italiani: uno screening ortottico svolto nella provincia di Trento ha riportato che il 14,8% della popolazione è risultato positivo al cover-uncover test, un altro svolto a Teramo ha una prevalenza del 19% di soggetti positivi a questo test. Ulteriori approfondimenti sarebbero utili per capire quanti soggetti rientranti in questo 23% sono falsi positivi e quante effettivamente sono le tropie presenti. Nonostante questi risultati, spesso negativi, la stereopsi risulta a norma nella maggior parte dei casi. Infatti l'80% dei soggetti raggiunge una buona stereopsi periferica, il 74% paracentrale e il 66% centrale. Questo gradiente da stereopsi periferica a centrale è attribuibile a una sempre minor sensibilità della norma considerata che, ricordiamo, passa da 58" d'arco per la stereopsi centrale a 115" d'arco per la paracentrale e a 290" d'arco per la periferica. Un soggetto che non ha una buona stereopsi periferica inoltre avrà più difficoltà a raggiungere una stereopsi centrale ottimale³⁹.

Per quanto riguarda l'accomodazione il 42,41% della popolazione ha un quadro visivo compatibile con una disfunzione accomodativa. Le prevalenze maggiori sono quelle di eccesso e di inerzia accomodativa, che sono il doppio della prevalenza di insufficienza accomodativa. Questi risultati sono tuttavia molto utili per capire lo stato attuale dei soggetti, meno per capire realmente le prevalenze di questi disturbi. Avendo sottoposto i flipper ai soggetti non emmetropizzati tutte le eventuali ametropie presenti e non corrette hanno influenzato i risultati quindi c'è la possibilità, ad esempio, che una miopia non corretta sia risultata come eccesso accomodativo e un'ipermetropia non corretta come un'insufficienza accomodativa.

Confrontando i nostri risultati con quelli ottenuti dalla revisione della letteratura citata precedentemente⁴⁰ abbiamo conferma del fatto che sarebbe necessario un approfondimento poiché le percentuali qui ottenute sono su due casi su tre

maggiori (e di molto) di quelle ottenute in altri studi; la distribuzione dei problemi di questo studio è poi diversa da quella degli altri: in questo l'insufficienza accomodativa è la classe con la minor percentuale di soggetti, negli altri è quella con la maggiore. In tabella 2 sono esposti i risultati di questo studio e quelli degli studi revisionati.

Tabella VIII. Prevalenze delle disfunzioni di accomodazione ottenute da questo studio a confronto con quelle ottenute da altri.

	Questo studio	Altri studi
Eccesso accomodativo	19,62%	1,8-8,0%
Insufficienza accomodativa	7,92%	2,0-61,7%
Inerzia accomodativa	14,87%	1,2-5,0%

Chiaramente queste percentuali rispecchiano quelle dei soggetti fuori norma nei flipper sferici monoculari; abbiamo infatti il 43% dei soggetti che non raggiungono un buon risultato. Questa percentuale non è attribuibile alle norme usate, essendo queste divise per età, e neppure al metodo di somministrazione del test che prevedeva un'illuminazione adeguata e anzi facilitava i soggetti, essendo la mira considerata (qualora fosse raggiungibile) di 8/10. È probabile appunto che i risultati siano influenzati dal fatto che il test è stato somministrato senza prima "emmetropizzare" il soggetto. Altri studi hanno però notato che i risultati dei flipper nei bambini sono spesso bassi e con deviazione standard alta e hanno quindi ipotizzato che valori nella norma indichino una buona flessibilità accomodativa e non una flessibilità accomodativa nella norma⁴¹. È comunque significativo notare che quasi la metà dei soggetti, nella condizione abituale, ha una flessibilità accomodativa insufficiente. A questo si aggiunge, nel 30% dei casi, un PPN fuori norma rispetto al REVIP. Non si è approfondito se questo sia dovuto a un PPN eccessivamente lontano o a un REVIP eccessivamente ridotto, tuttavia è da notare che quasi un terzo dei soggetti non lavora da vicino in condizioni di comfort.

Per quanto riguarda i flipper accomodativi binoculari meno del 9% dei soggetti fallisce il test. Questa percentuale è molto significativa perché indica che nonostante l'alta percentuale di forie orizzontali da vicino fuori norma la maggior

parte dei soggetti non è messa in difficoltà nell'uso delle vergenze da vicino e quindi compensa bene l'eventuale foria. È tuttavia da ricordare che il test sottoposto non presentava indicatori monoculari quindi non è da escludere l'assenza di soppressione in alcuni soggetti.

Analizzando il DEM vediamo invece che il 20% della popolazione ha un risultato troppo lento nel primo test (verticale) e quasi il 15% nel secondo (orizzontale). Una cattiva performance nel primo test non deve però far pensare a un problema visuomotorio perché è associata a difficoltà nel nominare i numeri. Inconsueta invece è la differenza tra le due percentuali: un 5% dei soggetti che falliva il primo test supera il secondo ma la difficoltà nel nominare i numeri dovrebbe essere presente, per uno stesso soggetto, in entrambi i test in uguale modo. Una ratio fuori norma è presente nel 10% dei soggetti ed indica che un bambino su dieci ha più difficoltà nel test orizzontale che in quello verticale, anche se questo non comporta necessariamente un problema di motilità oculare. Solo il 4% circa dei soggetti compie più errori di quelli concessi.

La motilità oculare è quindi l'area che ha dato i risultati più positivi, raccogliendo la maggior parte della popolazione a norma. Abbiamo infatti solo il 20% della popolazione che non supera il DEM e, escludendo i soggetti che falliscono per problematiche nel nominare i numeri, il 6,33% dei soggetti che ha problemi di motilità oculare. Si pensa che queste percentuali siano così basse rispetto alle altre perché il DEM è il test, tra quelli proposti, che meno può essere influenzato da ametropie non corrette o altri fattori e che quindi ha la minor possibilità di dare falsi positivi. Sarebbe tuttavia interessante aver analizzato anche gli inseguimenti oculari, per avere un quadro completo della motilità oculare, considerando anche che altri studi hanno trovato percentuali pari al 62%⁴² e al 24%⁴³ di soggetti con movimenti oculari non ottimali.

4.2 TEMPO PIENO E TEMPO NORMALE

È risaputo e confermato da più studi che un prolungato lavoro da vicino e di conseguenza un minor tempo passato all'aperto può indurre cambiamenti nel sistema visivo, come facilitare la progressione miopica, indurre uno spostamento delle forie verso l'esoforia e un eccesso accomodativo⁴⁴.

Per questo motivo si è voluto dividere la popolazione in due gruppi, il primo frequentante il tempo normale (27 ore scolastiche settimanali) e il secondo frequentante il tempo pieno (40 ore scolastiche settimanali), per ricalcolare le percentuali dei soggetti fuori norma. I risultati però non hanno dato notevoli differenze tra i due gruppi, anzi in più test i risultati dei soggetti a tempo pieno sono migliori dei risultati dei soggetti a tempo normale e si contano meno soggetti fuori norma nel tempo pieno rispetto al tempo normale. È tuttavia importante sottolineare il tipo di attività svolte dai bambini frequentanti il tempo pieno durante il pomeriggio. La scuola che ci ha ospitato prevede come attività pomeridiane laboratori che riguardano sia materie di insegnamento sia attività espressive come pittura, creta, teatro etc., oltre a laboratori che mirano a potenziare attraverso giochi le capacità logiche. Cosa ancora più interessante è che almeno un'ora delle due previste ogni pomeriggio è dedicata all'attività fisica in palestra o all'aperto (clima permettendo). È stato ipotizzato che paradossalmente i bambini a tempo pieno passino meno tempo al chiuso e dedichino meno tempo al lavoro da vicino rispetto ai bimbi a tempo normale, i quali tornati a casa possono trovare un ambiente meno stimolante e dedicare più tempo ad attività sedentarie. Questo discorso chiaramente vale per la realtà che abbiamo incontrato durante il nostro studio che non necessariamente è lo specchio delle scuole a tempo pieno in generale, dove spesso le ore del pomeriggio sono quasi interamente dedicate allo svolgimento dei compiti per casa.

4.3 I LIMITI DELLO STUDIO E CONSIDERAZIONI PERSONALI

Come ogni studio anche questo presenta dei limiti.

Il limite più grande è sicuramente stato l'impossibilità di emmetropizzare i soggetti e quindi di somministrare i test eliminando l'influenza di ametropie non corrette che hanno influenzato in modo significativo praticamente tutti i risultati. Tuttavia essendo un lavoro di screening non è prevista l'analisi dei soggetti con la miglior correzione oftalmica quindi questo limite è insito nel tipo di studio svolto. I risultati ottenuti sono una fotografia della situazione com'è attualmente e forniscono informazioni importanti sulla condizione reale e quotidiana dei soggetti presi in esame.

Un grande limite è stato poi l'assenza di un protocollo per gli screening e di norme univoche e specifiche per molte delle abilità testate. In questo modo i risultati sono influenzati dai test effettuati e dalle norme considerate e non sono totalmente paragonabili con i risultati di altri studi che possono aver fatto altre scelte.

Un altro limite è stata l'eterogeneità dell'età dei soggetti, che ha impedito un'analisi di confronto in base all'età di questi, che sarebbe risultata interessante per vedere l'evoluzione dei risultati e l'andamento di questi negli anni.

Infine avere più tempo a disposizione ci avrebbe permesso di condurre altre delle molte analisi che sarebbe possibile fare con i dati raccolti.

A livello personale, di questa esperienza mi resterà sicuramente il calore che mi sono riusciti a trasmettere in pochi minuti i bambini analizzati e il loro entusiasmo (pari a quello di noi laureande) per questo progetto, la consapevolezza della difficoltà ma soprattutto della potenzialità di lavorare in team e la soddisfazione di aver portato a termine uno studio statistico che, nel suo piccolo, è stato molto importante per me e per le mie compagne.

NOTE

1. Steinman S. B., Steinman B. A., Garzia R. P; "Foundations of binocular vision: a clinical perspective", McGraw-Hill, New York, 2000: pp. 173-230
2. Duckman R. H., "Visual development, diagnosis and treatment of the pediatric patient", Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2006, p. 124
3. Steinman S. B., Steinman B. A., Garzia R. P; "Foundations of binocular vision: a clinical perspective", McGraw-Hill, New York, 2000: pp. 58-59
4. Ivi, p. 57
5. Scheiman M., Wick B., "Clinical Management of Binocular Vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorder", 3 ed., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2008, pp. 66-73
6. Weissberg E. M., "Essentials of Clinical Binocular Vision", Butterworth Heinemann, St. Louis, 2004, pp. 1-12
7. Benjamin W., "Borish's Clinical Refraction", 2 ed., Butterworth Heinemann, St. Louis, 2006, pp. 93-98
8. Duckman R. H., "Visual development, diagnosis and treatment of the pediatric patient", Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2006, pp. 110-121
9. Benjamin W., "Borish's Clinical Refraction", 2 ed., Butterworth Heinemann, St. Louis, 2006, pp. 128-129
10. Ivi, pp. 397, 900-901
11. Ivi, pp. 926-928
12. Weissberg E. M., "Essentials of Clinical Binocular Vision", Butterworth Heinemann, St. Louis, 2004, pp. 21-26
13. Ivi, pp. 20-21
14. Benjamin W., "Borish's Clinical Refraction", 2 ed., Butterworth Heinemann, St. Louis, 2006, pp. 369-370

15. Duckman R. H., "Visual development, diagnosis and treatment of the pediatric patient", Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2006, p. 89
16. Ivi, pp. 89-94
17. Scheiman M., Wick B., "Clinical Management of Binocular Vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorder" 3 ed., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2008, pp. 382-383
18. Weissberg E. M., "Essentials of Clinical Binocular Vision", Butterworth Heinemann, St. Louis, 2004, pp 15-17
19. Maino, D. M. "The Binocular Vision Dysfunctional Pandemic" Optometry & Vision Development, Vol. 41, n. 1, 2010, pp. 6-13
20. American Optometric Association, "Pediatric Eye and Vision Examination", Optometric Clinical Practice Guideline, U.S.A., 1994, p. 31
21. Alhassan M., "Comparison of associated phoria tests: MKH-Haase Charts of binocular vision measurements and other commercially available test", in ivbs (International Association for Binocular Vision), 2013
22. Dowley D., "Fixation Disparity" Optometry & Vision Science, Vol. 66, n. 2 1989
23. Casillas E., "Comparison of Subjective Heterophoria Testing With a Phoropter and Trial Frame", Optometry & Vision Science, Vol. 83 n. 4, 2006, pp. 237-241
24. Scheiman, M., Wick, B. "Clinical Management of Binocular Vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorder", 3 ed., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2008, p. 9
25. Scheiman M., Gallaway M., Frantz, Kelly A., Peters R. J., Hatch S., Cuff M., Mitchell G., Lynn M., "Nearpoint of Convergence: Test Procedure, Target Selection, and Normative Data", Optometry & Vision Science, Vol. 80 n. 3, 2003, pp 214-225

26. Scheiman, M., Wick, B. "Clinical Management of Binocular Vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorder", 3 ed., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2008, p. 9
27. Ivi, p. 20
28. Giannelli L., Giannelli M., Moro G., "L'esame visivo efficace. Una codifica dell'esame visivo per la gestione quotidiana dei problemi", Medical Books, 2012, p. 90
29. Richman J. E., Garzia R. P., "Developmental Eye Movement Test", BERNELL, 1987, pp. 4-5
30. Ivi, cap. "Informazioni normative"
31. Scheiman, M., Wick, B. "Clinical Management of Binocular Vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorder", 3 ed., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2008, pp. 338-339
32. Ivi, pp. 330-331
33. Grosvenor T., "Primary care Optometry", 5 ed., Butterworth Heinemann, St. Louis, 2007, p. 86
34. Duckman R. H., "Visual development, diagnosis and treatment of the pediatric patient", Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2006, pp. 76-79
35. Lyon D. W., Goss D.A., Horner D., Downey J. P, Rainey B., "Normative data for modified Thorington phorias and prism bar vergences from the Benton-IU study"; Optometry - Journal of the American Optometric Association, Vol. 76, n. 10, 2005, pp. 593-599
36. Maples W. C., Hoenes R., "Near Point of Convergence Norms Measured in Elementary School Children" Optometry & Vision Science, Vol. 84 n. 3, 2007, pp. 224-228
37. Cacho-Martínez P., García-Muñoz A., Ruiz-Cantero M. T., "Do we really know the prevalence of accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions?", Journal of Optometry, Vol. 3 n.4, 2010, pp. 185-197

38. Junghans B., Kiely P. M., Crewther D. P., Crewther S. G., "Referral rates for a functional vision screening among a large cosmopolitan sample of Australian children", *Ophthalmic and Physiological Optics*, Vol. 22, n. 1, 2002, pp. 10–25
39. Giannelli L., Giannelli M., Moro G., "L'esame visivo efficace. Una codifica dell'esame visivo per la gestione quotidiana dei problemi", *Medical Books*, 2012, p. 300
40. Cacho-Martínez P., García-Muñoz A., Ruiz-Cantero M. T., "Do we really know the prevalence of accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions?", *Journal of Optometry*, Vol. 3 n.4, 2010, pp. 185-197
41. Benjamin W., "Borish's Clinical Refraction", 2 ed., Butterworth Heinemann, St. Louis, 2006 p. 1418
42. Luigi Lupelli, "Visione e postura", 6° Congresso Internazionale F.C.M., Le anomalie della visione nei bambini e negli adolescenti: approccio alla loro valutazione e trattamento; 2014
43. Hoffman L.G. "Incidence of vision difficulties in children with learning disabilities", *Journal of the American Optometry Association* 1980, Vol. 51, pp. 447-451
44. Forrest E. B. "Visione e stress", *European Academy of Sports Vision Albo degli Optometristi*, 1988

BIBLIOGRAFIA

1. Alhassan M., "Comparison of associated phoria tests: MKH-Haase Charts of binocular vision measurements and other commercially available test", in ivbs (International Association for Binocular Vision), 2013
2. American Optometric Association, "Pediatric Eye and Vision Examination", Optometric Clinical Practice Guideline, U.S.A., 1994
3. Benjamin W., "Borish's Clinical Refraction", 2 ed., Butterworth Heinemann, St. Louis, 2006
4. Cacho-Martínez P., García-Muñoz A., Ruiz-Cantero M. T., "Do we really know the prevalence of accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions?", Journal of Optometry, Vol. 3 n.4, 2010, pp. 185-197
5. Casillas E., "Comparison of Subjective Heterophoria Testing With a Phoropter and Trial Frame", Optometry & Vision Science, Vol. 83 n. 4, 2006
6. Dowley D., "Fixation Disparity" Optometry & Vision Science, Vol. 66, n. 2, 1989
7. Duckman R. H., "Visual development, diagnosis and treatment of the pediatric patient", Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2006
8. Forrest E. B. "Visione e stress", European Academy of Sports Vision Albo degli Optometristi, 1988
9. Giannelli L., Giannelli M., Moro G., "L'esame visivo efficace. Una codifica dell'esame visivo per la gestione quotidiana dei problemi", Medical Books, 2012
10. Grosvenor T., "Primary care Optometry", 5 ed., Butterworth Heinemann, St. Louis, 2007
11. Hoffman L.G. "Incidence of vision difficulties in children with learning disabilities", Journal of the American Optometry Association 1980, Vol. 51
12. Junghans B., Kiely P. M., Crewther D. P., Crewther S. G., "Referral rates for a functional vision screening among a large cosmopolitan sample of

- Australian children”, *Ophthalmic and Physiological Optics*, Vol. 22, n. 1, 2002
13. Lyon D. W., Goss D.A., Horner D., Downey J. P, Rainey B., “Normative data for modified Thorington phorias and prism bar vergences from the Benton-IU study”; *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, Vol. 76, n. 10, 2005
 14. Maino, D. M. “The Binocular Vision Dysfunctional Pandemic” *Optometry & Vision Development*, Vol. 41, n. 1, 2010
 15. Maples W. C., Hoenes R., “Near Point of Convergence Norms Measured in Elementary School Children” *Optometry & Vision Science*, Vol. 84 n. 3, 2007
 16. Richman J. E., Garzia R. P., “Developmental Eye Movement Test”, BERNELL, 1987
 17. Scheiman M., Gallaway M., Frantz, Kelly A., Peters R. J., Hatch S., Cuff M., Mitchell G., Lynn M., “Nearpoint of Convergence: Test Procedure, Target Selection, and Normative Data”, *Optometry & Vision Science*, Vol. 80 n. 3, 2003
 18. Scheiman M., Wick B., “Clinical Management of Binocular Vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorder”, 3 ed., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2008
 19. Steinman S. B., Steinman B. A., Garzia R. P, “Foundations of binocular vision: a clinical perspective”, McGraw-Hill, New York, 2000
 20. Weissberg E. M., “Essentials of Clinical Binocular Vision”, Butterworth Heinemann, St. Louis, 2004