



Istituto di Ricerca
e di Studi in Ottica
e Optometria

**Confronto tra misure della disparità di fissazione
e della foria associata rilevate con diversi strumenti**

Candidata

Giulia Ravalli

Relatore

Prof. Paolo Sostegni

Anno di discussione 2015

INDICE

ABSTRACT	3
INTRODUZIONE	4
La disparità di fissazione (DF) e la foria associata (FA)	5
Obiettivi del lavoro	7
MATERIALI E METODI	8
Il Disparometro di Sheedy	8
Tablet VisionApp	10
Analisi statistica	11
RISULTATI	13
Analisi statistica dei dati concernenti le misure della FA orizzontale	13
Analisi statistica dei dati concernenti le misure della FA verticale	16
Analisi statistica dei soggetti appartenenti alla I tipologia di CDF	19
Analisi statistica dei soggetti appartenenti alle altre CDF	21
Analisi statistica differenziale dei questionari utilizzati	22
Analisi statistica delle misure delle disparità di fissazione	23
DISCUSSIONE	24
CONCLUSIONI	27
RINGRAZIAMENTI	28
APPENDICE	29
BIBLIOGRAFIA	33

Confronto tra misure della disparità di fissazione e della foria associata rilevate con diversi strumenti

Giulia Ravalli

Optometria, IRSOO

KEYWORDS

Disparità di fissazione;
Disparometro
di Sheedy;
Foria associata;
VisionApp.

Abstract

Scopo: Rilevare e confrontare le forie associate (FA) orizzontali e verticali con il Disparometro di Sheedy e il Tablet VisionApp. Valutare le misure della disparità di fissazione (DF). Individuare una correlazione tra le percentuali di curve di disparità di fissazione qui esaminate e quelle presenti in letteratura. Esaminare le curve di disparità (CDF) e confrontarle con i risultati sintomatici e non ottenuti dai pazienti nei questionari psicometrici per giustificare l'eventuale presenza di disturbi astenopici.

Materiali e metodi: 66 studenti di età compresa tra i 19 e i 32 anni, con AV di almeno 10/10 (max 1/10 di differenza tra un occhio e l'altro), senza soppressione e con stereopsi minima di 100'', sottoposti a compilazione di tre questionari psicometrici (CISS, scheda pre esame MCH e COVD QOL) e misurazione delle curve di disparità, delle forie associate e della disparità di fissazione con il Disparometro di Sheedy e delle sole forie associate orizzontali e verticali con il tablet VisionApp.

Risultati: Le percentuali di tipologie di curve registrate sono: I tipo 45%, II tipo 38%, III tipo 15% e IV tipo 2%. Sono stati rilevati 37 soggetti con exodisparità media di $-4\pm 3'$, 21 con esodisparità media di $3\pm 1'$ e 8 con DF=0. L'analisi della varianza della FA orizzontale con i due strumenti restituisce un valore $p=0,94$ e della FA verticale $p=0,75$. Lo studio statistico effettuato tramite questionari riporta molti più soggetti asintomatici, indipendentemente dalla tipologia di curva di disparità di appartenenza.

Conclusioni: Le percentuali di CDF rilevate in questo studio si sono mostrate coerenti con quelle presenti in letteratura. L'analisi statistica della DF ha fatto rilevare più exodisparità che esodisparità, al contrario di uno studio precedente. Le misure delle FA hanno mostrato poca correlazione tra i due test, probabilmente dovuta alla strutturazione differente dei blocchi fusionali e alla tipologia di esecuzione dei test (il disparometro al forottero, il tablet a campo visivo libero), si è pertanto concluso che le misure di uno strumento non possono essere normative per l'altro. I questionari psicometrici hanno invece mostrato scarsa correlazione con le tipologie di curve di appartenenza dei soggetti esaminati.

INTRODUZIONE

Col passare degli anni la disparità di fissazione (DF) e la foria associata (FA) stanno rivestendo un ruolo sempre più importante nella pratica di ambulatorio optometrico, poiché spesso i sintomi astenopici riferiti dal paziente e le alterazioni della binocularità possono influenzare negativamente i meccanismi di adattamento alla vergenza.

Per la rilevazione delle due misure esistono vari test e sono stati effettuati tanti studi su di essi per metterne a confronto i risultati.

Nel 2011 Frantz K., Elson P., Michalik E., Templeman C. e Zoltoski R.¹ pubblicarono su *Optometry and Vision Science* un articolo sul loro lavoro in cui si confrontavano la disparità di fissazione e la curva di disparità misurate con la Saladin Card e il Disparometro di Sheedy. Ne risultò che generalmente i due strumenti generavano tipologie simili di curve di disparità e che il Disparometro tendeva a dare più esodisparità e meno exodisparità rispetto alla Saladin card, inoltre notarono che le pendenze delle curve di disparità ottenute con quest'ultima non erano sufficientemente simili a quelle ottenute con il Disparometro. Ne conclusero dunque che la Saladin card era uno strumento clinico buono, ma che necessitava di norme più appropriate per l'interpretazione dei risultati.

Un altro studio comparativo è stato effettuato ancora tra il Disparometro di Sheedy e la Wesson Card da Goss D.A. e Patel J.² per vedere la correlazione tra le curve di disparità di fissazione ottenute con i due strumenti. Dal loro lavoro ne conclusero che le curve ottenute con la Wesson Card venivano più inclinate rispetto a quelle ottenute col Disparometro e che le differenze erano più significative per gli exoforici, ma non per gli esoforici. Proprio per questo motivo i risultati ottenuti con uno strumento non potevano essere utilizzati come risultati normativi dell'altro.

Le curve di disparità sono state confrontate anche in uno studio in cui venivano comparate la Wesson Card e la Saladin Card³; ne risultò anche qui che le curve rilevate con i due strumenti venivano diverse, per cui se ne concluse che per ogni metodo di misura della disparità di fissazione sarebbe bene utilizzare diversi criteri e norme di valutazione.

¹ Frantz KA, Elston F, Michalik E, Templeman CD, Zoltoski RK (Giugno 2011) Comparison of Fixation Disparity measured by Saladin Card and Disparometer. *Optometry and Vision Science*, 88(6): E733-E741.

² Goss DA, Patel J (09/1995) Comparison of fixation disparity curve variables measured with the Sheedy Disparometer and the Wesson Fixation Disparity Card. *Optometry and Vision Science*, 72(8): 580-588.

³ Ngan J, Goss DA, et al. (Gennaio, 2005) Comparison of fixation disparity curve parameters obtained with the Wesson and Saladin Fixation Disparity Cards. *Optometry and Vision Science*, 82(1):69-74.

Infine, per concludere la carrellata di alcuni degli studi comparazione tra diversi strumenti, ne cito uno effettuato nel nostro Istituto in cui sono state confrontate le misure di disparità di fissazione per vicino ottenute con Wesson Card, test di Weiss e Mallet Unit⁴. Si notò che le forie associate rilevate con la Wesson Card erano maggiori rispetto a quelle ottenute con gli altri test e ciò fece pensare che il blocco fusionale del test non sia particolarmente efficace come per gli altri due test.

La disparità di fissazione (DF) e la foria associata (FA)

Nella visione binoculare normale gli assi visivi dei nostri occhi non sono perfettamente allineati⁵. Hofman e Bielschowsky⁶ furono i primi a notare che spesso capita che l'immagine di un oggetto fissato binocularmente cade sulla fovea dell'occhio di solito dominante dal punto di vista motorio e su una zona parafoveale dell'altro, nello specifico in un punto che può essere dislocato nasalmente, temporalmente, superiormente o inferiormente. I due chiamarono questo fenomeno "disparità residua". Quarant'anni dopo Ogle ed altri colleghi⁷ chiarirono la natura di questa condizione e coniarono il termine di disparità di fissazione.

In sintesi la disparità di fissazione non è altro che un disallineamento degli assi visivi al punto di fissazione all'interno dell'area di Panum. Secondo Mallet la DF è da considerarsi un'anomalia dovuta ad un ritardo di vergenza conseguente ad una richiesta elevata che serve quindi a compensare uno squilibrio muscolare importante, per cui riteneva fosse necessario eliminarla con la prescrizione della foria associata⁸, la quale non è altro che un'entità prismatica (Δ) che annulla la DF. Secondo altri è un lag del sistema delle vergenze⁹, il quale, al pari del lag accomodativo, dà la massima resa con il minimo sforzo al fine di evitare la diplopia. Infine secondo Schor¹⁰ è considerabile come un "errore utile" per ridurre lo stato di stress causato dalle azioni di vergenza: la disparità di fissazione è qui considerata come uno stimolo per mantenere la fusione, la quale altrimenti andrebbe incontro ad un processo di decadimento.

⁴ Dzialak I., Parenti L. (2014). Confronto fra le misure di disparità di fissazione per vicino ottenute con Wesson Card, test di Weiss e unità di Mallet. Atti del 1° Congresso IRSSO "La ricerca optometrica e la sua rilevanza clinica", Vinci.

⁵ Sheedy JE. (1980) Actual Measurement of Fixation Disparity and its Use in Diagnostic Treatment. *J Am Optom Assoc*, 51, 1079-1084.

⁶ Hofman FB, Bielschowsky A. (1900) Ueber die Willkur entzogenen fusionsbewegungen des augen. *Arch Physiol*, 80, 1.

⁷ Ames A Jr, Ogle KN, Gliddon GH. (1932) Corresponding retinal points, the horopter and size and shape of ocular images. *J Ophtal Soc Am*, 22, 538.

⁸ Mallet RFJ. (1974) Fixation disparity - Its genesis in relation to asthenopia. *Ophthalmic Optician*, 14, 1159-1168.

⁹ Flom BC, Freid AN, Jampolsky A. (1957) Fixation disparity in relation to heterophoria. *Am J Ophthalmol*, 43, 97-106.

¹⁰ Schor CM. (1980) Fixation disparity: a steady state error of disparity-induced vergence. *Am J OphthalmolPhysio Opt*, 57, 618-631.

La DF si esprime in minuti d'arco (') e i suoi valori comuni vanno da -5' (exo) a 3' (eso)¹¹, valori che comunque vanno messi in relazione con l'ampiezza dell'area di Panum che varia da soggetto a soggetto. La DF può essere indicata come esodisparità (oppure disparità diretta o omonima) quando gli assi visivi si incontrano prima dell'oggetto fissato e come exodisparità (oppure disparità crociata o eteronima) quando gli assi visivi si incontrano dopo l'oggetto fissato.

La disparità di fissazione può essere misurata a qualsiasi distanza, anche se quella rilevata più frequentemente è a distanza prossimale. Gli strumenti utilizzati sono vari: la Mallet Unit, il test di Weiss, la carta di Wesson, il Disparometro di Sheedy, la Saladin Fixation Disparity card, la corda di Brock. La DF, come accennato, varia in funzione dello stimolo della vergenza e per valutarla in ambiente clinico viene alterata la risposta di vergenza con l'inserimento di prismi. Queste variazioni determinano la formazione della curva di disparità (CDF) che può essere di 4 tipologie differenti (Fig.1): la prima, più comune, tipica di soggetti sintomatici, le altre tre tipiche di soggetti sintomatici con meno incidenza sulla popolazione globale¹². La CDF di I tipo ha andamento sigmoide con aumento della DF in prossimità della vergenza fusionale, la CDF di II tipo (soggetti esoforici) ha adattamento prismatico maggiore con prismi BT, la CDF di III tipo (exoforici) ha maggiore adattamento prismatico con prismi BN, la IV tipo è tipica di soggetti con visione binoculare deteriorata e con range fusionali molto stretti.

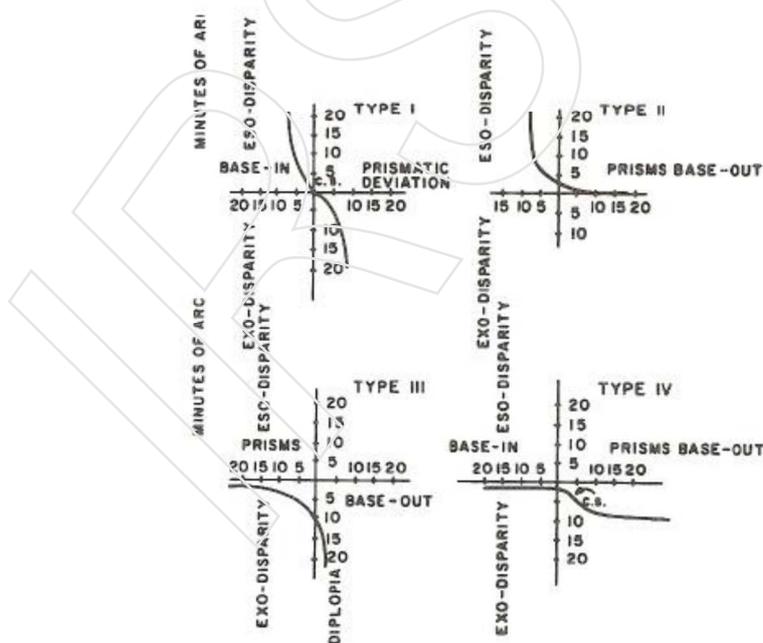


Fig. 1 – Le 4 tipologie di curve di disparità di fissazione

¹¹ Ogle KN. (1950) Researches in binocular vision. WB Saunders Co., Philadelphia.

¹² Secondo uno studio effettuato su 103 soggetti da Saladin e Sheedy nel 1978 le percentuali per tipologia di CDF sono: I tipo 60%, II tipo 25%, III tipo 10% e IV tipo 5% [Saladin JJ, Sheedy JE. (1978) Population study of fixation disparity, heterophoria, and vergence. *Am J Optom Physiol Opt*, 55, 744-750].

La CDF ha un elemento caratteristico: la pendenza nel centro di simmetria. È un dato importante che fornisce informazioni sulla tendenza all'adattamento dei prismi e la porzione che si prende in considerazione per questa indagine è quella in cui l'adattamento è più veloce, cioè a 3Δ BN e 3Δ BT. Una curva piatta con pendenza inferiore a 45° indica una buona risposta del sistema di vergenza allo stress prismatico, mentre una curva con pendenza maggiore di 45° , detta inclinata, è indicativa di un sistema di vergenza che fa difficoltà ad adattarsi per ridurre lo stress imposto dal carico prismatico.

Obiettivi del lavoro

Tenendo in considerazione i dati e gli studi già effettuati in passato, con la mia tesi sperimentale mi sono prefissata vari obiettivi:

- Confrontare le misure delle forie associate orizzontali rilevate con i due strumenti che ho deciso di comparare: il conosciuto Disparometro di Sheedy e il nuovo tablet VisionApp;
- Confrontare le misure delle forie associate verticali rilevate con i due strumenti sopra citati;
- Rilevare le percentuali di tipologie di curve di disparità di fissazione e confrontarle con quelle già presenti in letteratura¹³;
- Selezionare tutti i soggetti appartenenti alla CDF di I tipo, suddividerli in base alla pendenza della curva e confrontarli con il punteggio ottenuto in ogni questionario psicometrico compilato;
- Confrontare tutti i soggetti appartenenti alle CDF sintomatiche di II, III e IV tipo con i risultati sintomatici e non ottenuti in ogni questionario psicometrico compilato.

¹³ Vedi nota 12.

MATERIALI E METODI

Per il raggiungimento degli obiettivi prefissati sono stati esaminati 76 studenti dell'IRSOO di età compresa tra i 19 e i 32 anni, sottoposti ad esame del visus naturale o abituale se con correzione oftalmica e selezionati per una AV minima di 10/10 con una differenza massima di 1/10 tra un occhio e l'altro. È stata inoltre verificata la stereocucità dei soggetti tramite il Titmus Fly Stereotest, la quale doveva essere presente e con un valore minimo di 100", e si è ricorso al test di dominanza sensoriale per eliminare dall'esame tutti quei soggetti con soppressione. Al termine della raccolta dati della sperimentazione sono stati scartati tutti quegli elementi che non consentivano la rilevazione di una o più misure a causa della visione instabile delle mire del Disparometro o del tablet VisionApp, motivo per il quale da 76 si è arrivati a 66 studenti.

Tutti i soggetti sono stati inoltre sottoposti alla compilazione di 3 questionari psicometrici, utili per valutare la presenza o meno di sintomi astenopici di una certa rilevanza:

- Versione italiana non standardizzata del CISS – Convergence Insufficiency Symptom Survey¹⁴, con 15 domande da 5 risposte ognuna (da “mai”, equivalente a 0 punti, a “sempre”, equivalente a 4 punti) in cui la norma di predittività per i soggetti di età maggiore a 18 anni è ≥ 21 punti;
- Scheda Pre Esame MCH¹⁵, suddivisa in sezioni e con 18 domande, la cui risposta è puramente quantitativa (da 0 a 4). Qui la norma di predittività è ≥ 20 punti;
- Questionario di Anamnesi per l'età evolutiva e visione prossimale – Indicatori di qualità della vita, sviluppato per uso didattico dall'Università di Padova¹⁶ con 41 domande da 5 risposte ognuna (da “mai”, equivalente a 0 punti, a “sempre”, equivalente a 4 punti). Tale questionario fino alla domanda 30 è la traduzione fedele dell'inglese COVD QOL e per il fine del mio lavoro e quindi per mantenere la sua valenza quantitativa le risposte sono state contate e calcolate fino alla domanda 30. Anche qui il cut-off è a 20 punti.

Disparometro di Sheedy

Le rilevazioni delle disparità di fissazione, delle curve di disparità di fissazione e delle forie associate orizzontali e verticali sono state fatte con il Disparometro di Sheedy.

¹⁴ Allegato 1 in Appendice.

¹⁵ Allegato 2 in Appendice.

¹⁶ Allegato 3 in Appendice.

Si tratta di uno strumento che si usa inserito all'asta del forottero e per questo studio è stato posto alla distanza di 40 cm (2,5 D) dal soggetto esaminato. Lo strumento è composto da due parti (Fig. 2). Il lato che vede il soggetto è composto da una tabella bianca in cui si trovano due dischi: in quello superiore vi sono due semirette orizzontali polarizzate di cui mi sono avvalsa per valutare la foria associata verticale, in quello inferiore vi sono due semirette verticali, anche queste polarizzate, che consentono la rilevazione della disparità di fissazione, della curva di disparità e della foria associata orizzontale. Entrambi i cerchi sono circondati da lettere che fungono da blocco fusionale periferico su cui il soggetto doveva mettersi a fuoco per discriminare l'allineamento delle mire. Il lato che si trova dalla parte dell'operatore è invece composto da una manopola di regolazione del disallineamento delle mire orizzontali (del cerchio posto in alto dal lato paziente) e verticali (del cerchio in basso).

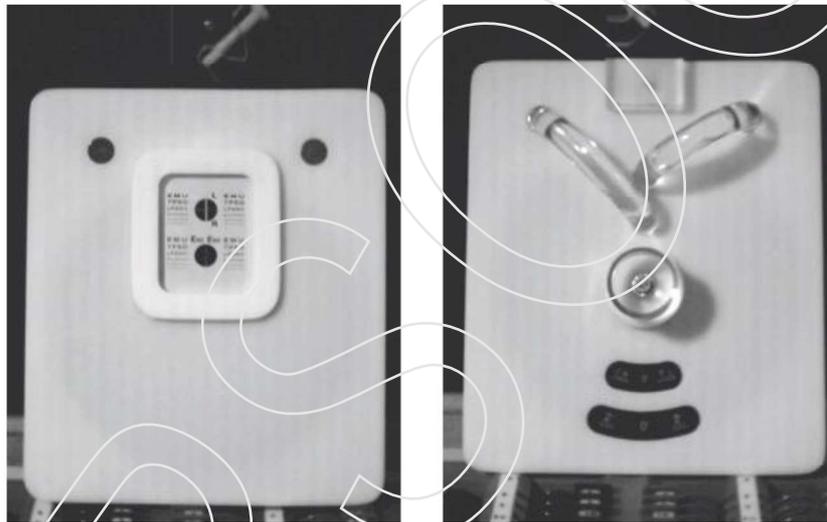


Fig. 2 – Lato paziente e lato operatore del Disparometro di Sheedy

La rilevazione è stata fatta dopo aver emmetropizzato il soggetto e aver inserito i filtri polarizzati che faranno percepire dall'occhio destro la semiretta a destra e dal sinistro quella a sinistra per il cerchio superiore e la semiretta in alto dall'occhio destro e quella in basso dal sinistro per il cerchio inferiore.

Si è cominciato col disco in basso per valutare le componenti orizzontali. La prima rilevazione è stata quella della DF con 0Δ , dopodiché si è avanzato alternando a multipli di tre i prismi BN e poi BT per valutare l'adattamento delle vergenze e quindi la CDF del soggetto e la FA. La tracciatura della CDF veniva terminata ogni qualvolta che il soggetto riferiva diplopia sostenuta con i prismi BN e BT.

Ogni volta che il soggetto riferiva di vedere le semirette allineate veniva registrato il valore su un sistema di assi cartesiani, dove sull'asse delle x vi sono i valori prismatici che determinano la richiesta di vergenza, cioè base tempiale (BT) a destra segnate con valore positivo e base nasale (BN) a sinistra con valore negativo, mentre sull'asse delle y vengono rappresentate le esodisparità in alto con valore positivo e le exodisparità in basso con valore negativo. L'intersezione della curva con l'asse delle y indica la disparità di fissazione, l'intersezione con l'asse delle x il valore della foria associata. Per determinare infine la pendenza ($^{\circ}$) della CDF si è presa in considerazione ai fini del calcolo la porzione in cui l'adattamento è più veloce, cioè $3\Delta \text{BN} - 3\Delta \text{BT}$.

Si è poi passato alla rilevazione della foria associata verticale: i prismi sono stati nuovamente posti a 0Δ sull'occhio destro e tolti del tutto dall'occhio sinistro. Il soggetto veniva invitato a osservare il cerchio in alto, dove le mire erano allineate a $0'$ e gli si chiedeva se le vedeva allineate o meno. Se le vedeva subito allineate la foria associata verticale era pari a 0Δ , altrimenti si chiedeva la direzione del disallineamento e a seconda di ciò si aumentava il potere prismatico fino a quando non veniva riferito l'allineamento delle mire.

Tablet VisionApp

Finite le rilevazioni al forottero, il soggetto veniva sottoposto alla misura delle forie associate orizzontali e verticali col tablet VisionApp.

Lo strumento è stato sviluppato da VisionApp¹⁷ e distribuito da Essilor in Italia per semplificare i test per vicino. Davanti allo schermo LCD i costruttori hanno anteposto una barriera di parallasse che rende lo schermo auto stereoscopico: la luce proveniente dal display passa attraverso una serie di fessure in modo da proiettare immagini differenti per l'occhio destro e l'occhio sinistro. In pratica i due occhi vedono un insieme di pixel diverso e in questo modo viene stimolata la percezione di immagini stereoscopiche (Fig. 3). Quando il soggetto veniva posto davanti allo strumento gli si occludeva un occhio per accertarsi che l'occhio destro percepisse la mira a destra per ricavare la FA orizzontale e la mira in alto per ricavare la FA verticale, dopo l'accertamento si disoccludeva l'occhio e si chiedeva di fissare il blocco fusionale centrale e riferire se le mire venivano percepite allineate o meno. In caso di disallineamento venivano inseriti dei prismi fino al raggiungimento dell'esatto allineamento, dopodiché si procedeva alla registrazione dei dati.

¹⁷ Nell'Allegato 4 dell'Appendice si possono visionare le specifiche tecniche dello strumento.



Fig. 3 – Test per rilevazione FA orizzontale. Nell’immagine in alto le mire sono viste da entrambi gli occhi, nelle immagini in basso sono viste rispettivamente la mira in basso dall’occhio sx e la mira in alto dall’occhio dx

Analisi statistica

Per fare l’analisi statistica dei dati raccolti durante la sperimentazione della mia tesi sono stati tracciati diversi grafici: i Bland-Altman plot sono stati creati con il programma R¹⁸ e tutti gli altri grafici con il programma Microsoft Excel con lo scopo di fare una comparazione tra le due misure di forie associate rispettivamente orizzontali e verticali rilevate con i due strumenti e che consentissero di verificare una eventuale correlazione tra la tipologia di curva di disparità di appartenenza e i risultati ottenuti ai diversi questionari. Per fare tutto ciò il file è stato suddiviso in più fogli di calcolo che consentissero la formazione di più gruppi e analisi più accurate:

- “Dati generali”: contenente tutti i dati raccolti durante la sperimentazione e i calcoli fatti successivamente per rilevare le pendenze delle CDF;
 - “Dati con FA orizzontali diverse da 0” e “Dati con FA verticali diverse da 0”:
- dato un certo numero di studenti sui quali è stata rilevata una foria associata orizzontale pari a 0 con

¹⁸ R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

entrambi gli strumenti, si è pensato di fare due gruppi, rispettivamente per le due FA, col fine di valutare un'eventuale cambiamento dei risultati eliminando gli zeri;

- I tipo con pendenza $<45^\circ$: foglio in cui sono stati inseriti tutti i soggetti con una pendenza piatta, definiti in letteratura come elementi con un buon sistema di adattamento delle vergenze, al fine di confrontarli con i risultati dei questionari;
- I tipo con pendenza $>45^\circ$: qui sono stati invece inseriti gli studenti con pendenza inclinata, tipica di un sistema di vergenze che fa fatica a contrastare lo stress, per poterli confrontare con i risultati dei questionari psicometrici;
- II, III e IV tipo: tutti gli elementi che vengono definiti sintomatici dalla letteratura a causa dell'adattamento che varia a seconda della direzione del prisma.

Per quanto riguarda il confronto della curva di appartenenza con i risultati dei questionari è stato poi fatto un conteggio, in cui si intendeva con:

- "N" il gruppo di soggetti risultato asintomatico in tutti e tre i questionari;
- "1S" il gruppo di soggetti risultato sintomatico in un solo questionario;
- "2S" il gruppo di soggetti risultato sintomatico in due questionari;
- "3S" il gruppo di soggetti risultato sintomatico in tutti e tre i questionari.

Infine nei fogli di lavoro in cui i soggetti sono stati suddivisi in base alla CDF, per ogni questionario si sono contati i soggetti che risultavano sintomatici e non sintomatici, al fine di confrontare le caratteristiche della tipologia di CDF di appartenenza con la presenza di problemi astenopici per vicino di una certa rilevanza.

RISULTATI

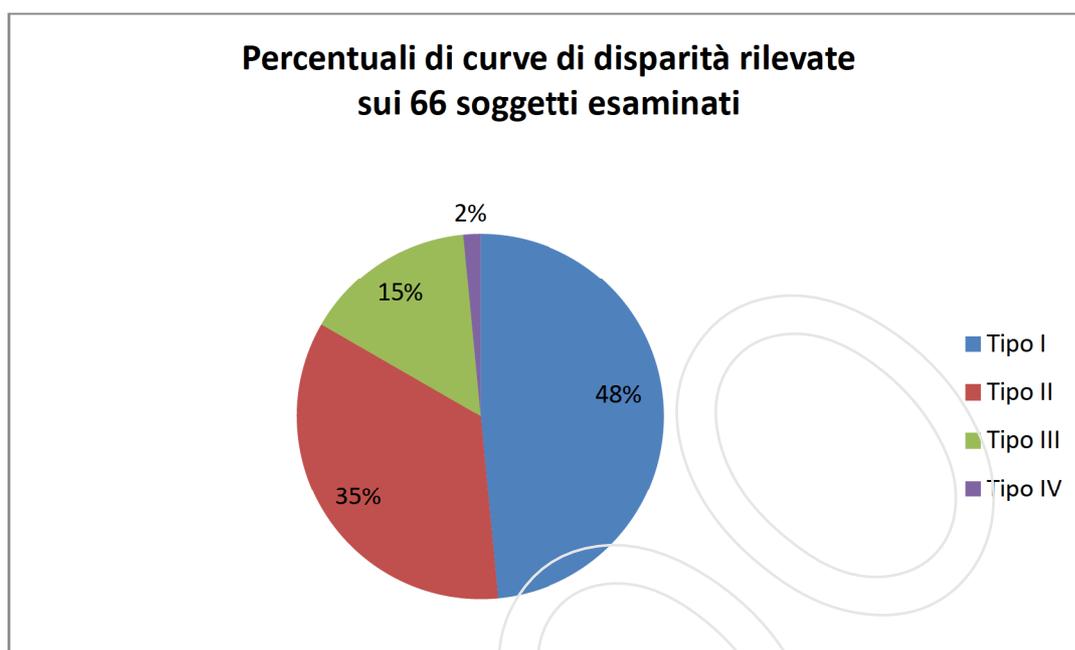


Fig. 4 – Questo grafico rappresenta le percentuali di tipologie di CDF rilevate su 66 studenti: 45% I tipo (32 soggetti), 38% II tipo (23 soggetti), 15% III tipo (10 soggetti), 2% IV tipo (1 soggetto).

Analisi statistica dei dati concernenti le misure della Foria Associata Orizzontale

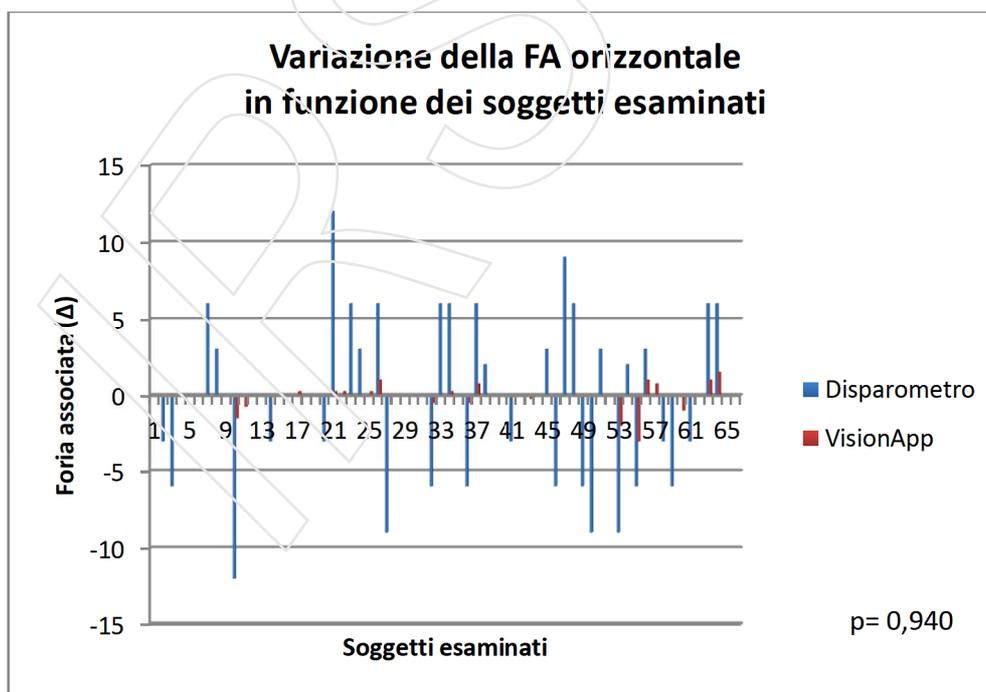


Fig. 5 – Grafico in cui sono rappresentate le FA orizzontali ottenute con i due strumenti da ogni soggetto, compresi quelli con valore prismatico pari a 0 in entrambi gli strumenti. L'analisi della varianza restituisce un valore $p=0,94$. La media di tutte le FA orizzontali rilevate con il Disparometro è $-0,07 \pm 4,4 \Delta$, mentre quella delle FA orizzontali rilevate con il tablet VisionApp è $-0,03 \pm 0,6 \Delta$.

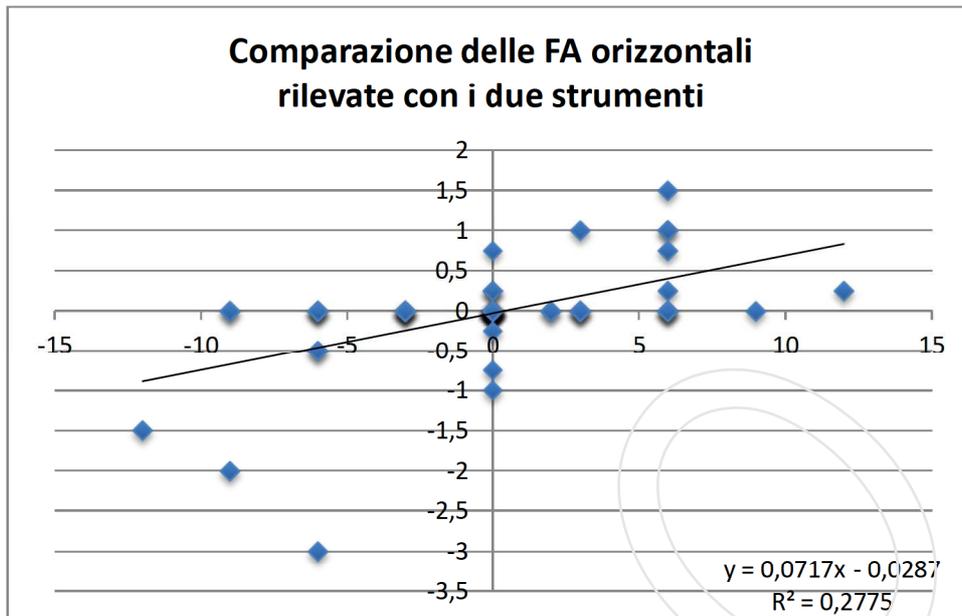


Fig. 6 – Fitting lineare in cui sull'asse delle x vi sono le FA orizzontali ottenute col Disparemetro, mentre sull'asse delle y quelle ottenute col tablet. Il quadrato del coefficiente di correlazione risulta $R^2=0,27$. Anche qui il grafico è fatto su tutti i soggetti, compresi quelli con entrambe le FA rilevate con i due strumenti pari a 0.

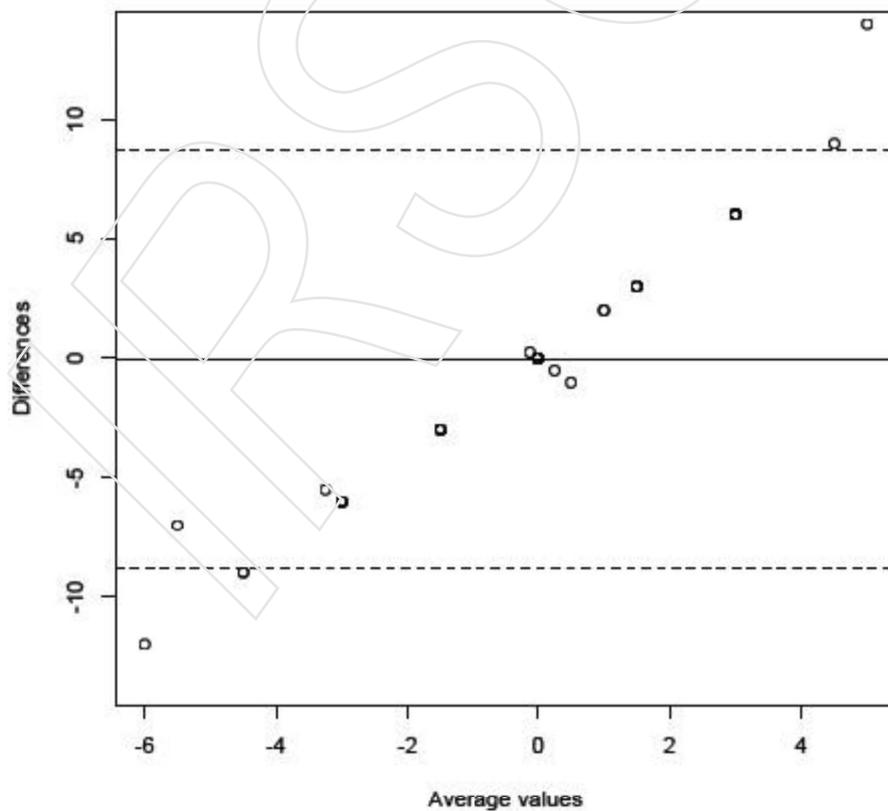


Fig. 7 – Grafico di Bland-Altman in cui sono state riportate sull'asse delle x le medie delle FA orizzontali ottenute con i due strumenti, mentre sull'asse delle y le differenze tra le due misure. Il gruppo di pazienti esaminato in questo grafico è quello generico.

Variazione della foria associata orizzontale in funzione dei soggetti esaminati

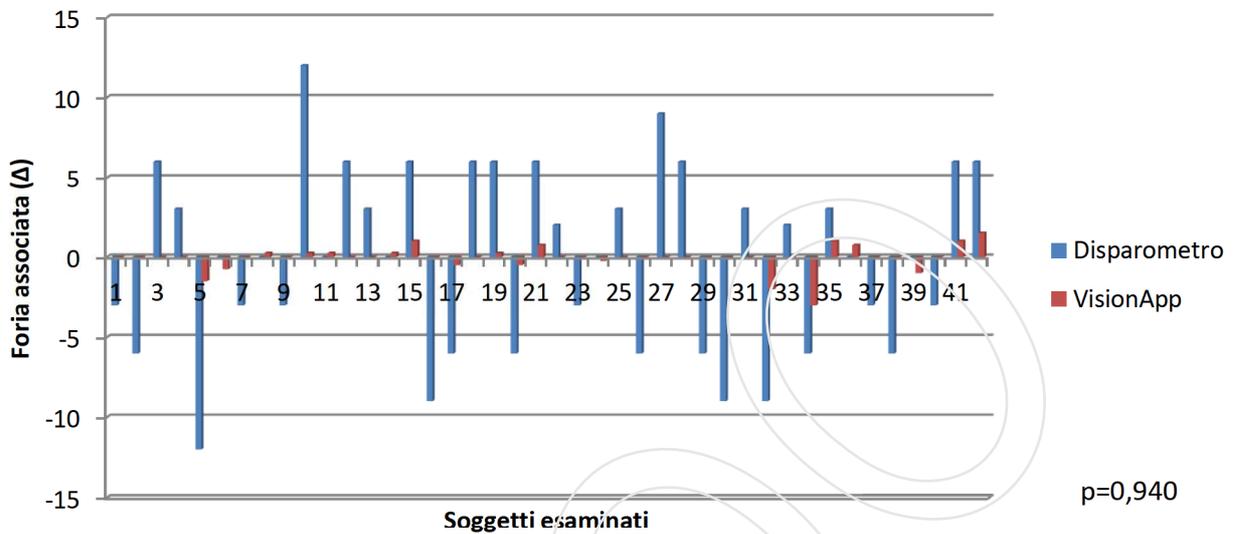


Fig. 8 - Grafico in cui sono rappresentate le FA orizzontali ottenute con i due strumenti da ogni soggetto, esclusi quelli con valore prismatico pari a 0 in entrambi gli strumenti. L'analisi della varianza restituisce anche qui un valore $p=0,94$. La media delle FA orizzontali rilevate con il Disparometro è $-0,11 \pm 5,6 \Delta$, mentre quella delle FA orizzontali rilevate con il tablet VisionApp è $-0,05 \pm 0,7 \Delta$.

Comparazione delle FA orizzontali rilevate con i due strumenti

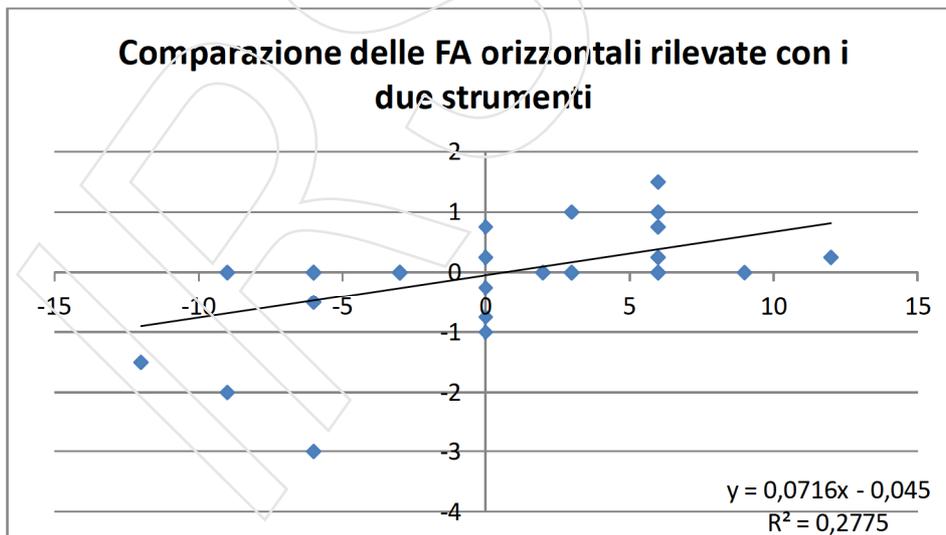


Fig. 9 - Fitting lineare in cui sull'asse delle x vi sono le FA orizzontali ottenute col Disparometro, mentre sull'asse delle y quelle ottenute col tablet. Il quadrato del coefficiente di correlazione risulta $R^2=0,27$. Il grafico è fatto su tutti gli studenti, esclusi quelli con entrambe le FA rilevate con i due strumenti pari a 0.

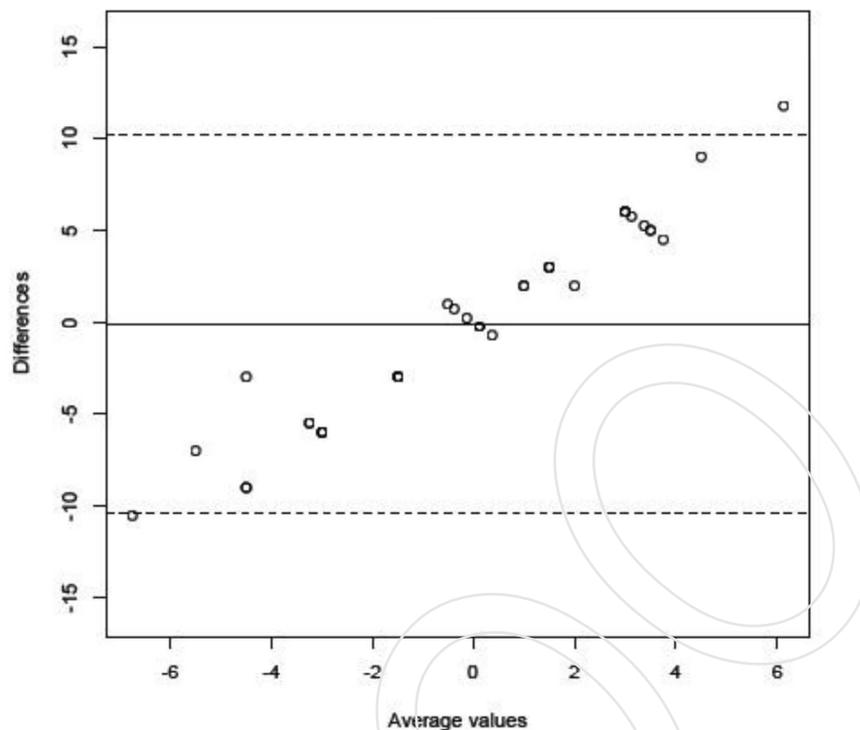


Fig. 10 - Grafico di Bland-Altman del gruppo di pazienti con FA orizzontali con valore diverso (non due zeri) tra i due test in cui sono state riportate sull'asse delle x le medie delle FA orizzontali ottenute con i due strumenti, mentre sull'asse delle y le differenze tra le due misure.

Analisi statistica dei dati concernenti le misure della Foria Associata Verticale

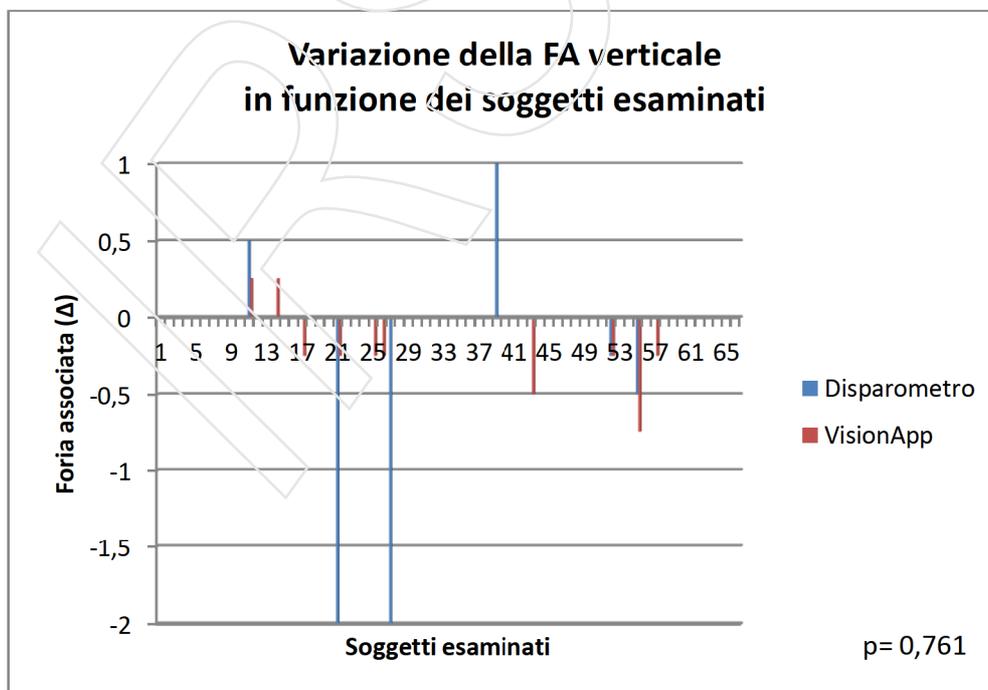


Fig. 11 - Grafico in cui sono rappresentate le FA verticali ottenute con i due strumenti da ogni soggetto, compresi quelli con valore prismatico pari a 0 in entrambi gli strumenti. L'analisi della varianza restituisce un valore $p=0,76$. La media delle FA verticali rilevate con il Disparometro è $-0,04 \pm 0,3 \Delta$, mentre quella delle FA verticali rilevate con il tablet VisionApp è $-0,03 \pm 0,1 \Delta$.

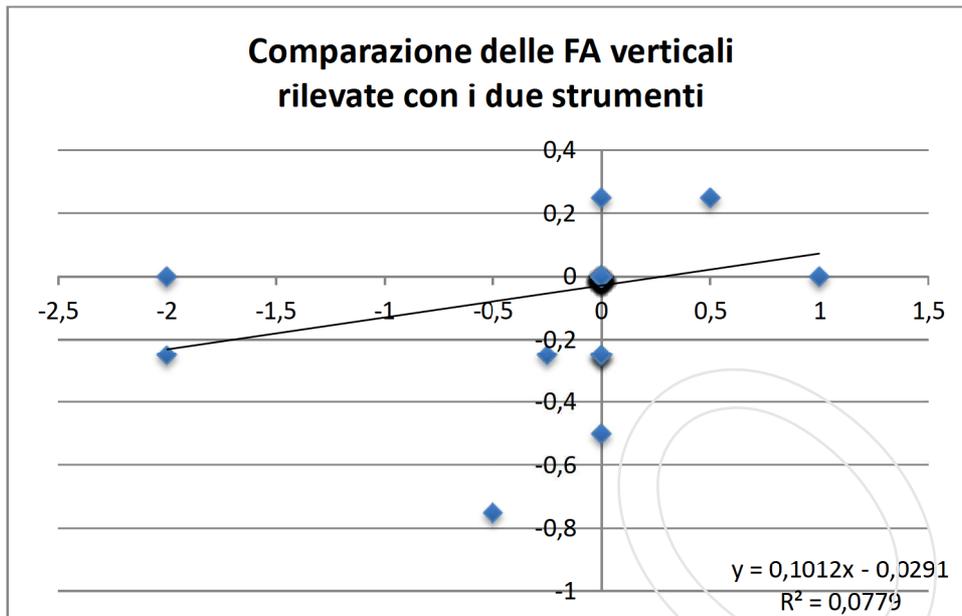


Fig. 12 - Fitting lineare in cui sull'asse delle x vi sono le FA verticali ottenute col Disparometro, mentre sull'asse delle y quelle ottenute col tablet. Il quadrato del coefficiente di correlazione risulta $R^2=0,07$. Anche qui il grafico è fatto su tutti i soggetti, compresi quelli con entrambe le FA rilevate con i due strumenti pari a 0.

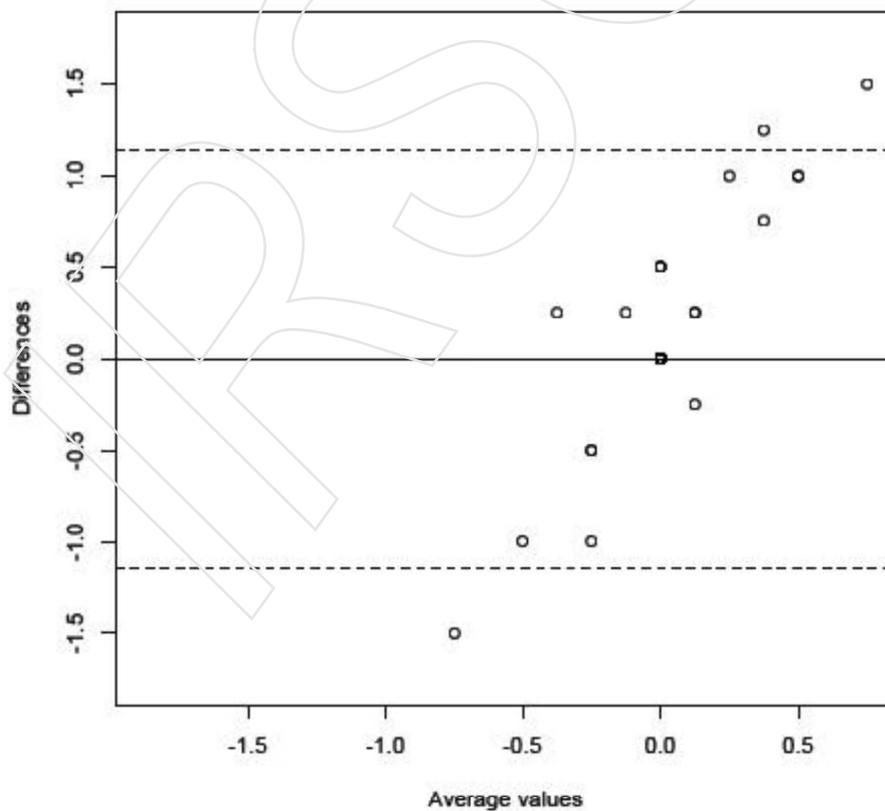


Fig. 13 - Grafico di Bland-Altman del gruppo di tutti i pazienti con FA verticali in cui sono state riportate sull'asse delle x le medie delle FA verticali ottenute con i due strumenti, mentre sull'asse delle y le differenze tra le due misure.

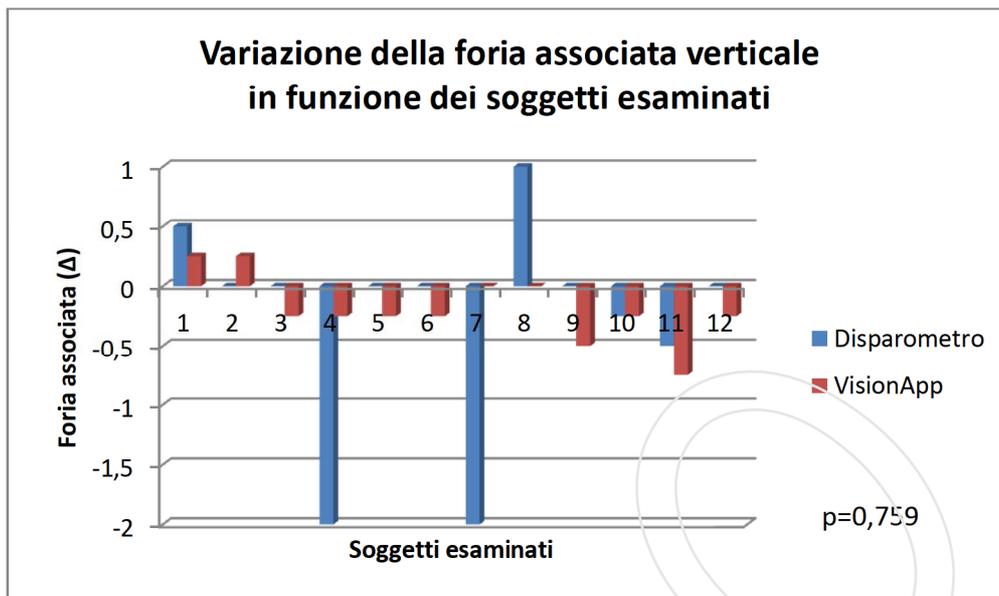


Fig. 14 - Grafico in cui sono rappresentate le FA verticali ottenute con i due strumenti da ogni soggetto, esclusi quelli con valore prismatico pari a 0 in entrambi gli strumenti. L'analisi della varianza restituisce un valore $p=0,75$. La media delle FA verticali rilevate con il Disparometro è $-0,04 \pm 0,3 \Delta$, mentre quella delle FA verticali rilevate con il tablet VisionApp è $-0,27 \pm 0,8 \Delta$.

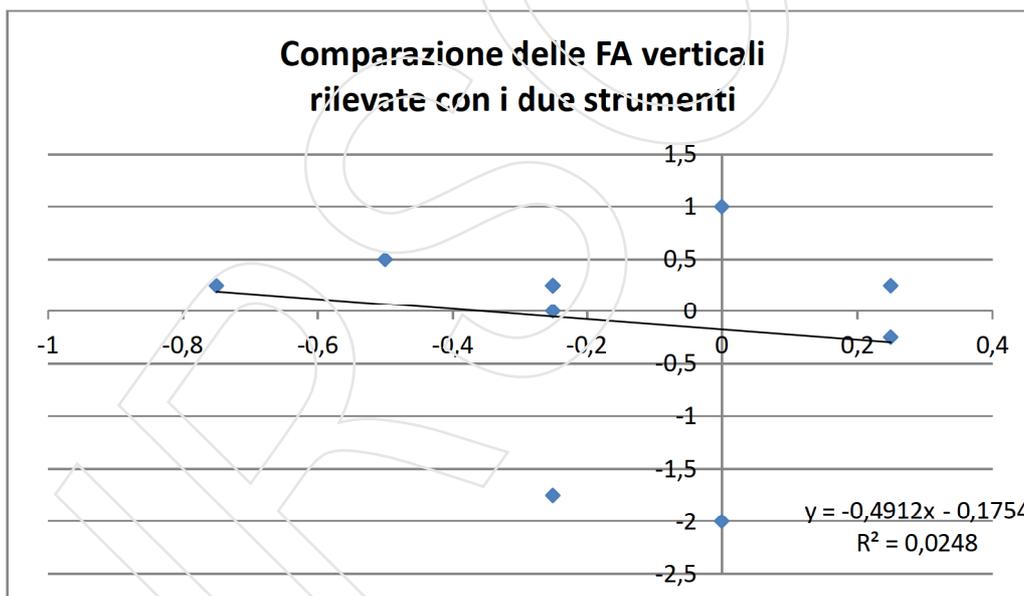


Fig. 15 - Fitting lineare in cui sull'asse delle x vi sono le FA verticali ottenute col Disparometro, mentre sull'asse delle y quelle ottenute col tablet. Il quadrato del coefficiente di correlazione risulta $R^2=0,02$. Il grafico è fatto su tutti i soggetti, esclusi quelli con entrambe le FA rilevate con i due strumenti pari a 0.

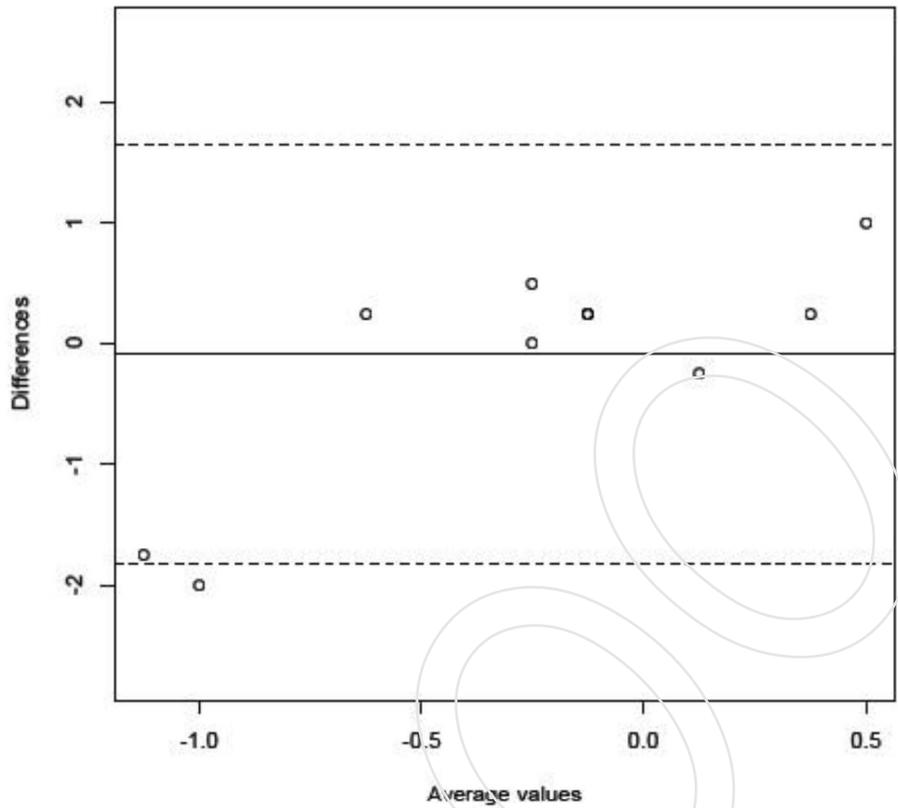


Fig. 16 - Grafico di Bland-Altman del gruppo di pazienti con esclusi tutti quelli con FA verticale uguale a zero in ambo i test, in cui sono state riportate sull'asse delle x le medie delle FA verticali ottenute con i due strumenti, mentre sull'asse delle y le differenze tra le due misure.

Analisi statistica dei soggetti appartenenti alla I tipologia di CDF

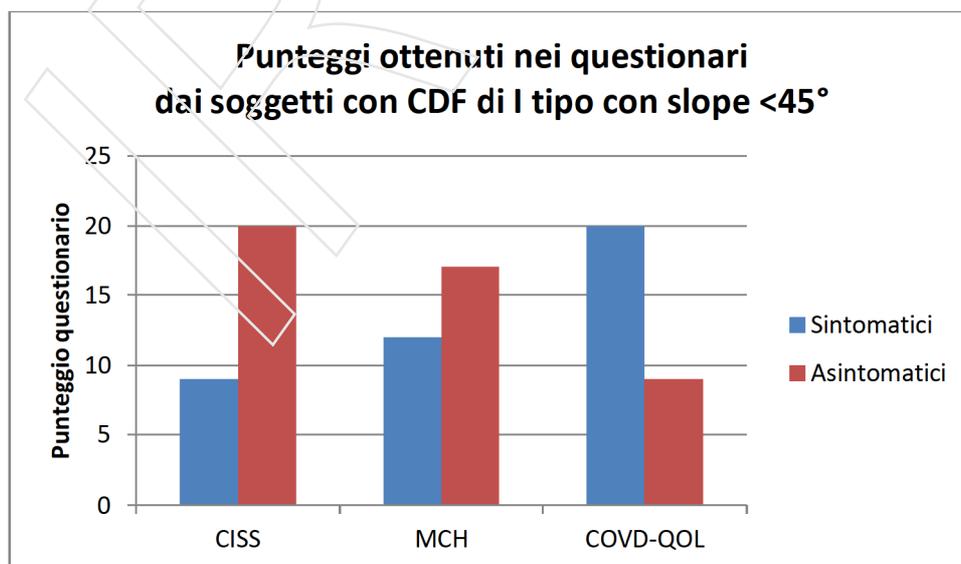


Fig. 17 – Grafico in cui vengono confrontati i punteggi sintomatici e non ottenuti nei vari questionari dai soggetti con CDF di I tipo con slope <45°.

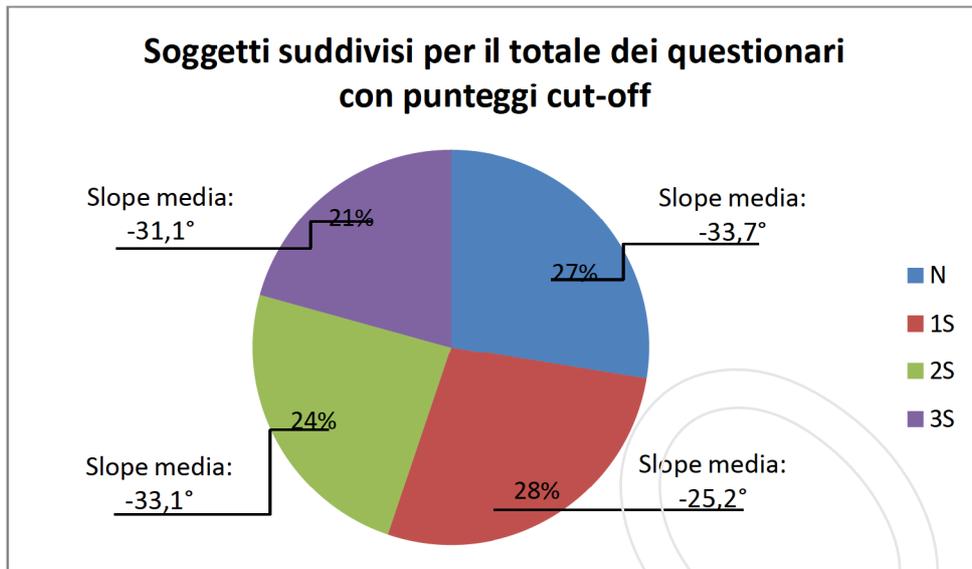


Fig. 18 – Grafico in cui vengono mostrate le percentuali dei soggetti con CDF I tipo con pendenza <math><45^\circ</math> suddivisi in base al numero di questionari in cui sono risultati sintomatici o meno.

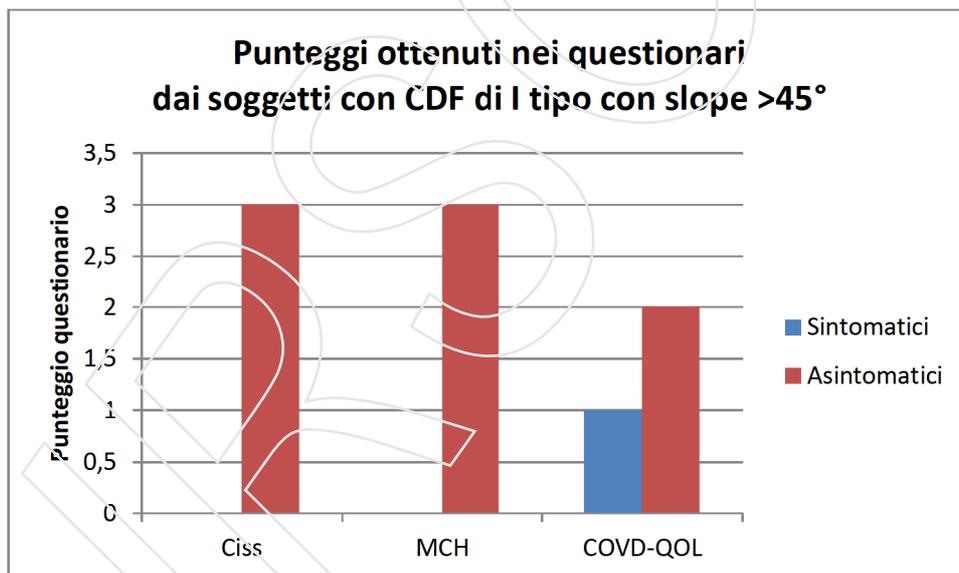


Fig. 19 - Grafico in cui vengono confrontati i punteggi sintomatici e non ottenuti nei vari questionari dai soggetti con CDF di I tipo con slope >math>45^\circ</math>.

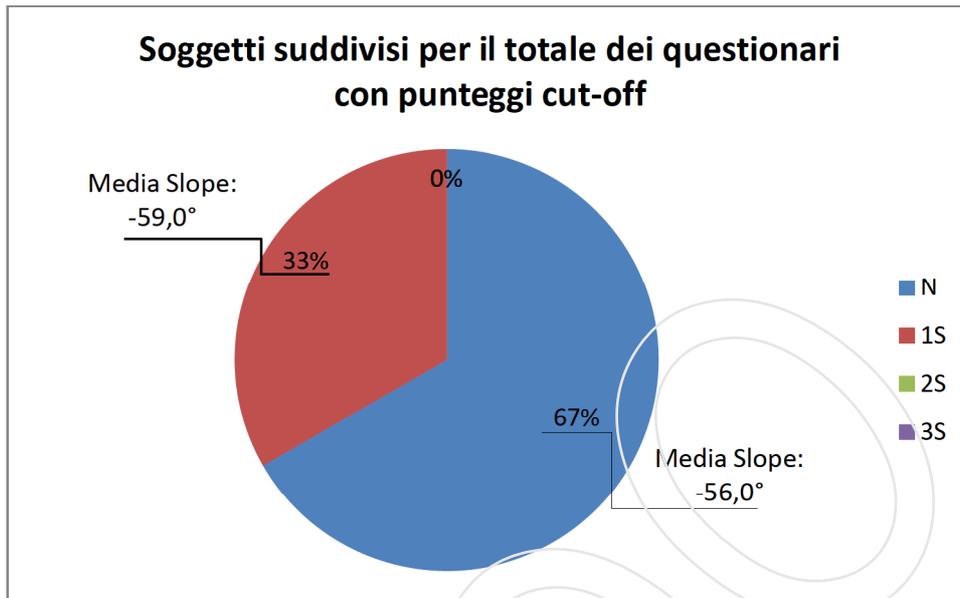


Fig. 20 - Grafico in cui vengono mostrate le percentuali dei soggetti con CDF I tipo con pendenza $>45^\circ$ suddivisi in base al numero di questionari in cui sono risultati sintomatici o meno.

Analisi statistica dei soggetti appartenenti alle altre tipologie di CDF

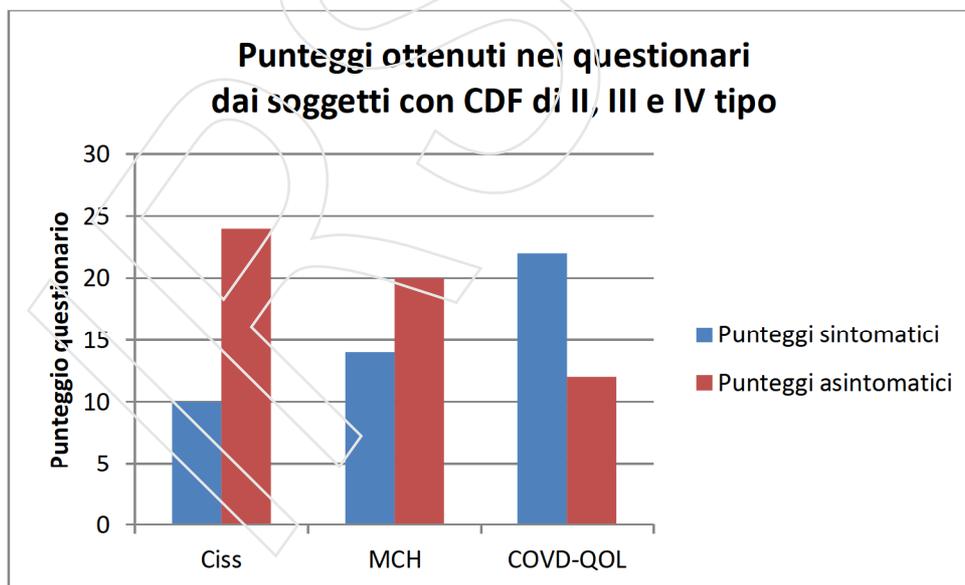


Fig. 21 - Grafico in cui vengono confrontati i punteggi sintomatici e non ottenuti nei vari questionari dai soggetti con CDF di II, III, IV tipo.

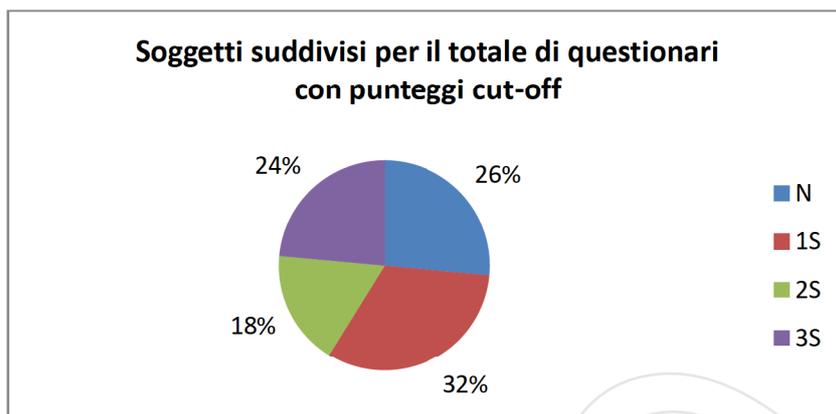


Fig. 22 - Grafico in cui vengono mostrate le percentuali dei soggetti con CDF di II, III e IV tipo suddivisi in base al numero di questionari in cui sono risultati sintomatici o meno.

Analisi statistica differenziale dei questionari psicometrici utilizzati

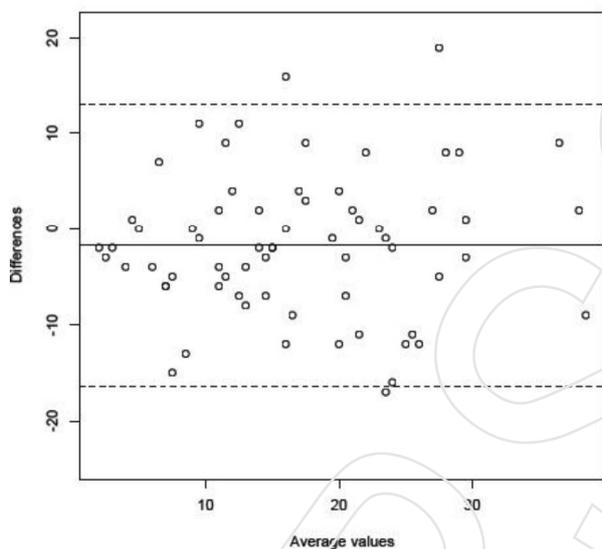


Fig. 23 – Grafico in cui vengono messi a confronto i risultati del CISS con quelli della scheda pre esame MCH.

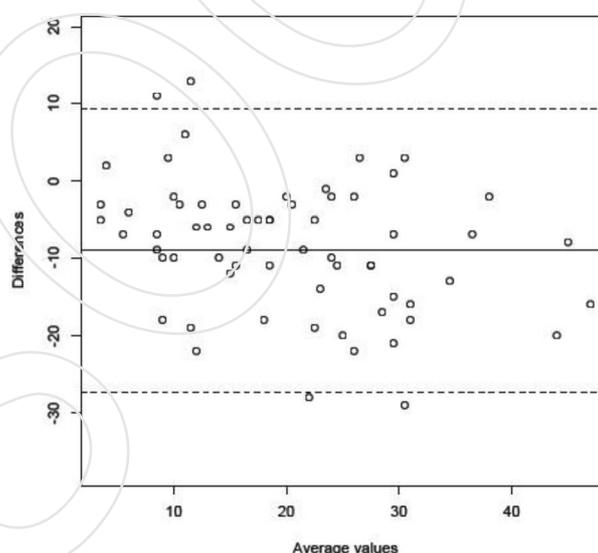


Fig. 24 – Grafico in cui vengono messi a confronto i risultati del CISS con quelli del COVID QOL.

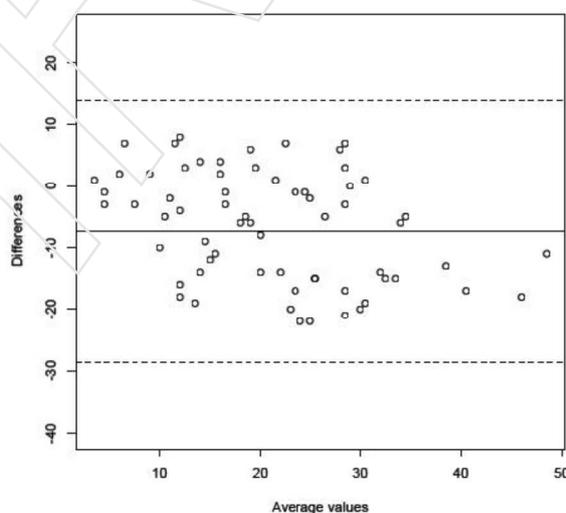


Fig. 25 – Grafico in cui vengono messi a confronto i risultati della scheda pre esame MCH con quelli del COVID QOL.

Analisi statistica della misura della disparità di fissazione con il Disparometro di Sheedy

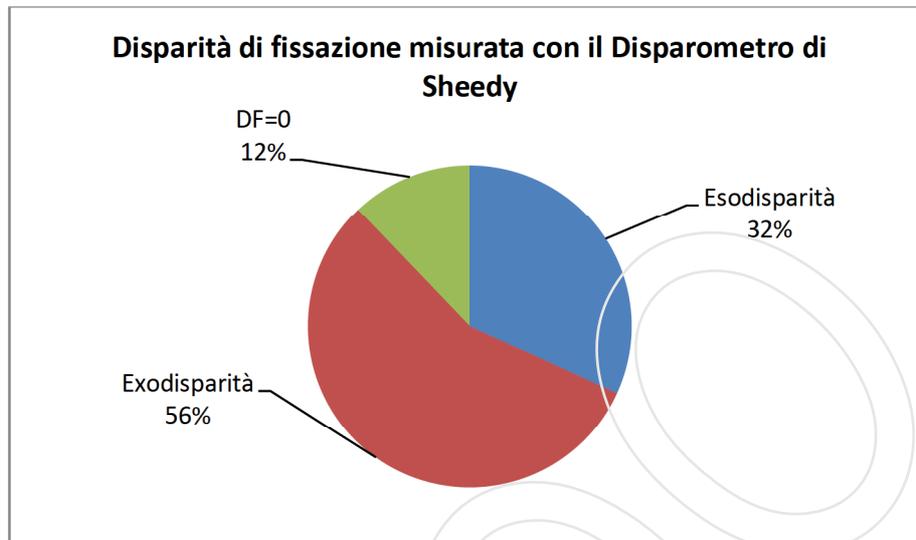


Fig. 26 – Grafico in cui vengono mostrati quanti soggetti hanno una esodisparità, una exodisparità e una disparità di fissazione pari a zero. Gli studenti aventi una exodisparità sono 37, il valore medio della misura è $-4,05 \pm 2,9'$. Quelli con esodisparità sono 21 e il valore medio della misura è $3,42 \pm 1,6'$. I soggetti con DF=0 invece sono 8.

DISCUSSIONE

Per quanto riguarda le percentuali di tipologie di CDF (fig. 4) rinvenute nel mio studio si può notare come la tipologia più comune sia la I con il 45% dei soggetti esaminati, seguita a ruota dalla tipo II con il 38%, dalla tipo III con il 15% e dalla tipo IV con il 2%. Confrontando questi risultati con i dati presenti in letteratura nello studio effettuato da Saladin e Sheedy nel 1978, in cui su 103 soggetti le percentuali per tipologia di CDF rilevate furono per il I tipo 60%, per il II tipo 25%, per il III tipo 10% e per il IV tipo 5%, possiamo notare una buona coerenza.

L'analisi dei dati riguardanti le misure della disparità di fissazione (Fig. 26) rinvenute col Disparometro dimostrano una maggioranza di soggetti aventi exodisparità con una DF media di $-4,05 \pm 2,9'$ a sfavore di quelli con esodisparità con una DF media di $3,42 \pm 1,6'$. La maggioranza di exodisparità rilevate col Disparometro si discosta quindi dallo studio fatto nel 2011 da Frantz K., Elson P. e colleghi, in cui lo strumento riportava loro più esodisparità che exodisparità.

Per quanto riguarda le misurazioni della foria associata orizzontale, come detto in precedenza, 24 dei 66 studenti riportavano $FA=0$ con entrambi gli strumenti e per valutare eventuali differenze nell'analisi della varianza e nell'analisi statistica in genere si è preferito fare una suddivisione: da una parte tutti gli studenti esaminati, da un'altra tutti quelli con la FA che non era pari a 0 con entrambi gli strumenti. Nella fig. 5, in cui troviamo la variazione della foria associata rilevate con i due test in funzione dei soggetti esaminati, possiamo notare una mancanza di correlazione tra le due misure, anche se la direzione del prisma della foria associata (se presente) si manteneva uguale in entrambi i test. L'analisi della varianza riporta un valore $p=0,94$, cioè statisticamente non significativo, identico tra l'altro a quello della fig. 10 in cui invece abbiamo solo i soggetti senza $FA=0$ in entrambi gli strumenti. La situazione quindi si è mantenuta analoga in entrambi i gruppi. Per il gruppo generico la media della FA orizzontale rilevata con il Disparometro è $-0,07 \pm 4,4 \Delta$, mentre col tablet $-0,03 \pm 0,6 \Delta$. Analizzando il fitting lineare (figg. 6 e 9) il quadrato del coefficiente di correlazione è $R^2=0,27$, cioè il modello utilizzato non spiega i dati. Questo significa che tra i due strumenti non c'è nessuna correlazione, anche se la direzione del prisma si mantiene uguale. Ciò possiamo notarlo nei grafici di Bland-Altman (figg. 7 e 10), in cui i dati non rispettano ciò che dovrebbe accadere in caso di metodi equivalenti.

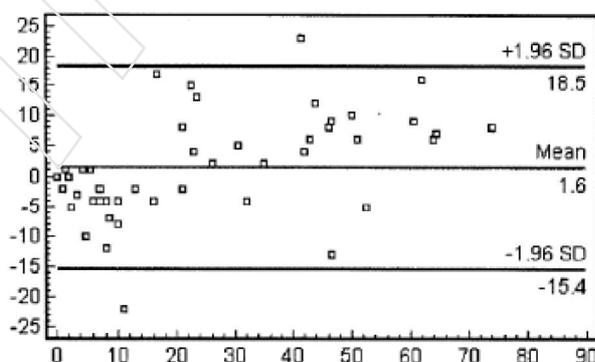


Fig. 27 – Esempio di un normale diagramma di Bland-Altman.

Il Bland-Altman normale, con metodi equivalenti, di solito mostra dei punti che oscillano senza regola attorno alla media (fig. 27), qui nel mio studio invece l'andamento è rettilineo con un aumento verso la parte destra del grafico. Semplicemente quindi si spiega che il Disparometro tende sempre a sovrastimare il valore in modo netto rispetto al tablet.

Lo stesso discorso si applica alle misure della foria associata verticale, infatti nei grafici possiamo notare come le entità prismatiche si discostino di molto tra uno strumento e l'altro. Innanzitutto la componente verticale è molto meno frequente rispetto a quella orizzontale, infatti su 66 soggetti solo 12 hanno presentato una FA verticale in uno o in un altro strumento o in entrambi. Proprio per questo motivo ci limiteremo a prendere in considerazione la fig. 14 in cui possiamo notare un valore $p=0,75$, statisticamente non significativo, ma comunque più basso rispetto al valore p della componente orizzontale. Nel grafico si possono notare, oltre alla coerenza di direzione della base del prisma, alcuni studenti che hanno valori pressoché uguali se non identici, ma anche altri con differenze abbastanza importanti, che tuttavia rendono i due test non equivalenti. Il quadro diventa chiaro osservando il fitting lineare (fig. 15), dove il quadrato del coefficiente di correlazione è $R^2=0,02$ e ancora di più nel Bland-Altman (fig. 16) abbiamo la prova della non equivalenza dei due metodi. La media della FA verticale è risultata invece con il Disparometro $-0,04 \pm 0,3 \Delta$, mentre quella delle FA verticali rilevate con il tablet VisionApp $-0,27 \pm 0,8 \Delta$. Tutte queste differenze significative e mancanze di correlazione tra i due strumenti nelle misure per le due tipologie di FA sono probabilmente collegabili alla differenza tecnica dei due strumenti: il Disparometro ha infatti dei blocchi fusionali periferici su cui il paziente deve esercitare l'accomodazione per il riconoscimento dell'allineamento delle mire, mentre il tablet presenta un blocco fusionale centrale che facilita l'osservazione contemporanea dell'allineamento senza guardare le mire "da una prospettiva" leggermente diversa.

L'analisi statistica degli elementi appartenenti alla I tipologia di CDF è stata condotta in maniera leggermente diversa rispetto a quella degli studenti con CDF di altre tipologie, poiché nella I tipo, come si è visto nei discorsi introduttivi alla tesi, la pendenza indica se un sistema di adattamento delle vergenze funziona bene o meno, al punto che anche se comunemente i soggetti con CDF di I tipo sono considerati asintomatici, può sempre esserci qualche elemento che lamenta qualche disturbo astenopico, soprattutto in presenza di pendenza elevata.

I soggetti con una pendenza $<45^\circ$, con una media di $-30,7 \pm 13,8^\circ$, hanno totalizzato punteggi più asintomatici nei questionari (fig. 17), ma con una analisi più accurata ne emerge che ci sono più elementi con punteggi sintomatici ottenuti in uno o più questionari. Catalogando gli studenti in base al numero di questionari in cui sono risultati sintomatici o meno ne esce un grafico a torta (fig. 18) le cui percentuali sono molto vicine l'una con l'altra, anche se comunque la maggior parte dei punteggi oltre la norma di predittività non sono molto elevati, ma si mantengono molto vicini al punteggio borderline.

Gli studenti con pendenza $>45^\circ$ (figg. 19-20), con una media di $-57,0 \pm 3,4^\circ$ invece sono solo tre e al contrario di quanto ci si poteva aspettare solo uno dei tre soggetti è risultato "1S", cioè con un solo questionario su tre con punteggio sintomatico, tra l'altro borderline. Gli studenti con CDF di altre tipologie, definite curve da sintomatici, hanno totalizzato più punteggi da asintomatici nei

questionari (fig. 21), ma anche qui vi sono stati elementi che hanno totalizzato punteggi cut-off in uno o più, con una maggioranza di “1S”, cioè soggetti con un questionario risultato sintomatico su tre (fig. 22). Dalle figure 17, 19 e 21 possiamo notare anche che il questionario COVID QOL ha dato punteggi più sintomatici che non, ma da un’analisi differenziale dei questionari (figg. 23-24-25) per valutarne l’interscambiabilità ne risulta che tra di loro sono equivalenti e quindi interscambiabili.

IRRSO

CONCLUSIONI

A conclusione del mio lavoro sperimentale si può dire dunque che come negli studi già effettuati da altri studiosi il Disparometro di Sheedy e il Tablet VisionApp sono degli strumenti ottimi nella pratica clinica optometrica, poiché aiutano nell'individuazione di problematiche a carico del sistema di adattamento delle vergenze. Tuttavia le misure delle FA dell'uno non possono essere normative per l'altro a causa delle differenze tecniche proprie dei test.

Il Disparometro ha inoltre rilevato le stesse percentuali di CDF rilevate anni addietro dagli studiosi che lo inventarono, quindi in ciò si mostra valido. Per quanto riguarda la misura della DF, rispetto allo studio del 2011, ha rilevato più exodisparità che esodisparità e magari si potrebbe tentare in un altro studio di ripetere il test solo per la misura della DF per valutare eventuali cambiamenti senza il vincolo del forottero.

L'utilizzo dei questionari è stato utile per capire quanti soggetti soffrissero di disturbi nella visione per vicino, tuttavia essendo questionari psicometrici per di più consegnati in ambito scolastico e fatti tra i banchi potrebbero esserci stati dei punteggi più elevati di quanto in realtà sarebbe stato se qualcuno avrebbe preso la compilazione con meno distrazione e più serietà. Il fattore psicologico e la volontà del soggetto in tal caso influenzano moltissimo l'esito di questionari di questo genere. Ad ogni modo la correlazione con le pendenze e le CDF non è stata del tutto quella attesa, per cui una anamnesi più completa o lo sviluppo di questionari appositi da fare in sede di esame sarebbero più adatti.

Il tablet VisionApp si è rivelato uno strumento comodo ed efficace, sebbene il movimento della testa del paziente poteva causare uno scambio di visione di mire, a tal proposito infatti il paziente veniva invitato a restare fermo durante l'esecuzione del test. Essendo uno strumento con blocco fusionale centrale e svincolato dal forottero, uno studio successivo potrebbe confrontare le misure delle FA con uno strumento simile come la Wesson Card.

RINGRAZIAMENTI

Il percorso di studi in Optometria che ho fatto qui all'IRSOO è stato voluto e desiderato tanto da me stessa. L'inizio non è stato semplice, perchè provenendo da una scuola di ottica organizzata in tutt'altro modo la differenza e le difficoltà sono state avvertite fin da subito. L'ambizione e la determinazione mi hanno aiutata molto in tal senso, ma se ce l'ho fatta devo ringraziare soprattutto la mia famiglia, i miei amici Federica, Lorenzo, Saro e i miei colleghi ed ormai amici Giuseppe e Antonella che hanno creduto in me, mi hanno sostenuta ed incoraggiata ad andare avanti perché secondo loro ce l'avrei fatta.

Grazie al prof. Paolo Sostegni, mio relatore, per avermi dato l'opportunità di fare questa bella tesi sperimentale e soprattutto per la pazienza nell'ascoltare i miei dubbi e tutte le mie idee, al prof. Alessandro Farini per i consigli e gli aiuti sulle analisi statistiche.

Un enorme grazie va anche al prof. Giuseppe Migliori per la sempre disponibilità avuta durante tutto l'anno nei confronti di chi come me ha avuto bisogno di recuperare certe lacune teoriche e pratiche o di approfondire determinati argomenti.

E infine un sentito ringraziamento a tutti gli studenti dell'IRSOO che hanno dato la loro disponibilità per questo studio.

APPENDICE

Allegato 1 – CISS Convergence Insufficiency Symptom Survey

QUESTIONARIO SINTOMI DELL'INSUFFICIENZA DI CONVERGENZA						
<i>PROCEDURA: leggere al soggetto le domande proposte in modo chiaro senza esemplificazioni. In caso di risposta affermativa far indicare la frequenza.</i>						
<i>ISTRUZIONI: "La prego di rispondere alle seguenti domande circa lo stato dei suoi occhi durante la lettura o il lavoro da vicino".</i>						
		Mai	Poco frequente	Qualche volta	Spesso	Sempre
1	I tuoi occhi si affaticano durante la lettura o il lavoro da vicino?					
2	I tuoi occhi sono sotto sforzo durante la lettura o il lavoro da vicino?					
3	Hai mal di testa durante la lettura o il lavoro da vicino?					
4	Avverti sonnolenza durante la lettura o il lavoro da vicino?					
5	Perdi la concentrazione durante la lettura o il lavoro da vicino?					
6	Hai difficoltà a ricordare ciò che hai letto?					
7	Hai visione doppia durante la lettura o il lavoro da vicino?					
8	Vedi le parole muoversi, saltare, ondeggiare o galleggiare sulla pagina durante la lettura o il lavoro da vicino?					
9	Hai la sensazione di essere rallentato durante la lettura?					
10	Avverti delle improvvise fitte di dolore durante la lettura o il lavoro da vicino?					
11	Hai sensazioni di dolore agli occhi durante la lettura o il lavoro da vicino?					
12	Avverti una sensazione di strizzamento intorno agli occhi durante la lettura o il lavoro da vicino?					
13	Avverti un annebbiamento delle parole o la sensazione che queste non siano stabili nella messa a fuoco durante la lettura o il lavoro da vicino?					
14	Perdi il segno durante la lettura o il lavoro da vicino?					
15	Hai necessità di rileggere lo stesso rigo durante la lettura?					
	TOTALI	x 0	x 1	x 2	x 3	x 4
	PUNTEGGIO TOTALE					

<p>Normativa di predittività</p> <p>età 9* – 18 anni: ≥ punti 16</p> <p>età >18 anni: ≥ punti 21</p>	<p><small>(Traduzione non standardizzata del CISS: Convergence Insufficiency Symptom Survey)</small></p> <p><small>1. Borsting EJ, Rouse MW, Mitchell GL, et al and the CITT group. "Validity and reliability of the revised convergence insufficiency symptom survey in children" Optom Vis Sc 2003; 80(12):832-838.</small></p>
--	---

SCHEDA PRE ESAME MCH

Cognome e Nome.....nata/o il.....

X O data.....

Problemi oculari

Deviazione di un occhio durante la lettura	0	1	2	3	4
Stropicciamento e ammiccamento frequenti	0	1	2	3	4
Lacrimazione, bruciore agli occhi durante la lettura	0	1	2	3	4
Sensazione di appesantimento e/o di dolore dopo la lettura	0	1	2	3	4
Stanchezza oculare dopo impegno visivo al computer	0	1	2	3	4
Senso di fatica guardando la TV	0	1	2	3	4
Sensazione di contrattura dei muscoli della spalla e del collo	0	1	2	3	4
Sensibilità alla luce	0	1	2	3	4

Problemi visivi

Visione sfuocata da lontano	0	1	2	3	4
Visione sfuocata da vicino	0	1	2	3	4
Visione incostante o salto di righe durante la lettura	0	1	2	3	4
Problemi al passaggio dalla visione da vicino a lontano	0	1	2	3	4
Problemi al passaggio dalla visione da lontano a vicino	0	1	2	3	4
Episodi di sdoppiamento delle immagini in visione da lontano	0	1	2	3	4
Episodi di sdoppiamento delle immagini in visione da vicino	0	1	2	3	4
Difficoltà nella valutazione delle distanze durante la guida	0	1	2	3	4
Disagio visivo nella guida al crepuscolo e/o di notte	0	1	2	3	4

- Casi familiari di strabismo.....
- Traumi oculari / Chirurgia.....
- Strabismo infantile Trattamenti pleottici / ortottici
- Febbre da fieno / Allergia.....
- Farmaci.....
- Terapie in atto.....

Mal di testa 0 1 2 3 4
 approssimativamente.....volte circa a settimana da quanto tempo.....

- in determinate ore:.....
- frontale temporale emicrania-tipo
- immediatamente la mattina al risveglio di notte
- aumenta durante il giorno

Ultimo appuntamento con l'oculista Dr.

Data Ragione.....

risultato.....

Problema principale:.....

Firma.....

Anamnesi per l'età evolutiva e visione prossimale - Indicatori di qualità della vita

(in parte dal questionario COVD-QOL con varie modifiche) – V. 1.0 – Per uso didattico

Versione it. Tatiana Pahomi, Ottica e Optometria, Università di Padova - Insegnamento: Optometria 1 – Docente Anto Rossetti, OD

Data:		0	1	2	3	4
Note:		Mai	Raramente	Saltuariamente	Frequentemente	Sempre
1	Vedo annebbiato quando guardo da vicino					
2	Vedo doppio (vedo due oggetti invece di uno) quando guardo da vicino					
3	Ho mal di testa dopo il lavoro da vicino					
4	Le parole "corrono" insieme quando leggo					
5	I miei occhi bruciano, lacrimano e prudono					
6	Mi addormento quando leggo					
7	Vedo peggio alla fine della giornata					
8	Salto o rileggo le linee durante la lettura					
9	Mi gira la testa o mi fa male lo stomaco (nausea) con il lavoro da vicino					
10	Inclino la testa o copro un occhio durante la lettura/da vicino					
11	Ho difficoltà copiare dalla lavagna					
12	Evito la lettura e il lavoro da vicino					
13	Salto le parole piccole durante la lettura					
14	La mia scrittura tende a inclinarsi verso l'alto o verso il basso					
15	Le colonne di numeri appaiono disallineate					
16	Non capisco quello che leggo					
17	Sono scarso nelle attività sportive					
18	Tengo quello che leggo molto vicino					
19	Ho difficoltà a mantenere l'attenzione durante la lettura					
20	Ho difficoltà nel completare i compiti in tempo					
21	Spesso dico, "non posso" prima di provare					
22	Evito lo sport e i giochi					
23	Ho scarsa coordinazione mano/occhio					
24	Non giudico la distanza con precisione					
25	Sono goffo o maldestro					
26	Non uso bene il mio tempo					
27	Non sono bravo a prevedere il resto (con i soldi)					
28	Perdo documenti e oggetti personali					
29	Ho problemi in auto, mi dà nausea il movimento					
30	Dimentico facilmente, ho una memoria scarsa					
31	Mi bruciano o lacrimano gli occhi mentre leggo					
32	Mi sfrego gli occhi o ammicco frequentemente					
33	Uso le dita o evidenziatore durante la lettura					
34	Sento stanchezza o sonnolenza durante lavoro da vicino (compila il parente o a seguito di dialogo con l'operatore)					
35	Inversione di lettere/parole durante la lettura/scrittura					
36	Lettura inferiore al livello scolastico					
37	Scrittura modesta o sciatta					
38	Visione confusa durante la lettura o nel passaggio da vicino a lontano					
39	Chiude o copre un occhio mentre esegue gli sforzi da vicino					
40	"Sforza l'occhio" o ha sensazione di "trazione" durante lavoro da vicino					
41	Attenzione di breve durata, facilmente distratto, sogna ampiamente ad occhi aperti					

Allegato 4 – Specifiche tecniche del Tablet VisionApp di Essilor.



Dimensioni e Peso

Altezza 171 mm
Larghezza 270 mm
Profondità 12,2 mm
Peso 690 g

Display

Display autostereoscopico
10.1 pollici
1920 x 1020 (224 ppi)

Sistema operativo

Android 4.0.4 ICS - VisionApps Version

Memoria

16 GB

Wireless

Wi-Fi 802.11 a/b/g/n (2.4 Ghz e 5.0 Ghz)

Bluetooth

4.0

CPU

TI4470 A9 Dual Core 1.5 GHz

RAM

1 GB

Camera

Camera frontale 2.0 MP

Sensori

Camera posteriore 5.0 MP
Accelerometro
Sensore di luce ambientale

Batteria

Batteria integrata ricaricabile ai polimeri di litio da 7000mAh

Connettività

Micro USB
MINI HDMI
Micro SD
Uscita cuffie 3.5 mm

Contenuto scatola

EYES
Cavo Micro USB
Cavo di Alimentazione USB
Alimentatore di Corrente USB
Auricolari

BIBLIOGRAFIA

- Albert T., Casalboni F., Lucarini G., Migliori G., Montani G., Parenti L., Sostegni P., Il forottero. Manuale d'uso., Fabiano Editore, p. 121-171.
- Ames A Jr, Ogle KN, Gliddon GH. (1932) Corresponding retinal points, the horopter and size and shape of ocular images. *J Ophtal Soc Am*, 22, 538.
- Benjamin W. J., Borish I. M. (2006) Borish's Clinical Refraction, Butterworth-Heinemann, p. 916-921.
- Dzialak I., Parenti L. (2014). Confronto fra le misure di disparità di fissazione per vicino ottenute con Wesson Card, test di Weiss e unità di Mallet. Atti del 1° Congresso IRSOO “La ricerca optometrica e la sua rilevanza clinica”, Vinci.
- Flom BC, Freid AN, Jampolsky A. (1957) Fixation disparity in relation to heterophoria. *Am J Ophthalmol*, 43, 97-106.
- Frantz KA, Elston F, Michalik E, Templeman CD, Zoltoski RK (Giugno 2011) Comparison of Fixation Disparity measured by Saladin Card and Disparometer. *Optometry and Vision Science*, 88(6): E733-E741.
- Goss DA, Patel J (09/1995) Comparison of fixation disparity curve variables measured with the Sheedy Disparometer and the Wesson Fixation Disparity Card. *Optometry and Vision Science*, 72(8): 580-588.
- Hofman FB, Bielschowsky A. (1900) Ueber die Willkur entzogenen fusionsbewegungen des augen. *Arch Physiol*, 80, 1.
- J, Goss DA, et al. (Gennaio, 2005) Comparison of fixation disparity curve parameters obtained with the Wesson and Saladin Fixation Disparity Cards. *Optometry and Vision Science*, 82(1):69-74.
- Mallet RFJ. (1974) Fixation disparity - Its genesis in relation to asthenopia. *Ophthalmic Optician*, 14, 1159-1168.
- Ogle KN. (1950) Researches in binocular vision. WB Saunders Co., Philadelphia.
- R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Saladin JJ, Sheedy JE. (1978) Population study of fixation disparity, heterophoria, and vergence. *Am J Optom Physiol Opt*, 55, 744-750.

Scheiman M., Wick B. (2008) Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accomodative and Eye Movement Disorders, Lippincott Williams & Wilki, chapter 3, p. 94-96.

Scheiman M., Wick B. (2008) Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accomodative and Eye Movement Disorders, Lippincott Williams & Wilki, chapter 15, p. 436-456.

Sheedy JE. (1980) Actual Measurement of Fixation Disparity and its Use in Diagnostic Treatment. *J Am Optom Assoc*, 51, 1079-1084.

Shor CM. (1980) Fixation disparity: a steady state error of disparity-induced vergence. *Am J OphthalmolPhysio Opt*, 57, 618-631.

Von Noorden G. K. (1993) *Visione Binoculare e Motilità Oculare*, Medical Books, p. 28.

Zeri F., Rossetti A., Fossetti A., Calossi A. (2012) *Ottica Visuale*, Società Editrice Universo, p. 303-307.