

Ripetibilità a breve termine e confronto di tre tecniche di
misurazione delle eteroforie.

STUDENTI: Carlotta Pomarè Montin -- Francesco Cantù

RELATORE: prof Alessio Facchin

INDICE

ABSTRACT	pag 3
1.INTRODUZIONE	pag 5
2.METODI E MATERIALI	
2.1. Procedura	pag 11
2.2. Esecuzione	pag 11
2.2.1. Von Graefe da lontano	pag 11
2.2.2. Von Graefe da vicino	pag 12
2.2.3. Maddox da lontano	pag 12
2.2.4. Maddox da vicino	pag 12
2.2.5. Foria Facchin card da lontano	pag 13
2.2.6. Foria card da vicino	pag 13
3.ANALISI DEI DATI	
3.1. Lontano	pag 14
3.2. Vicino	pag 15
4.DISCUSSIONE	
4.1 Ripetibilità lontano	pag 16
4.2 Ripetibilità vicino	pag 17
4.3 Confronto tre tecniche da lontano	pag 17
4.4 Confronto tre tecniche da vicino	pag 18
5.CONCLUSIONI	pag 19
RINGRAZIAMENTI	pag 20
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	pag 21

ABSTRACT

Introduzione:

Quando il sistema visivo presenta uno squilibrio motorio, gli assi visivi non sono allineati correttamente. Le immagini dello stesso oggetto si formano su elementi retinici non corrispondenti. La disparità di stimolazione produce diplopia la quale, essendo molto fastidiosa viene corretta dall'azione della fusione motoria, movimenti riflessi di vergenza che riportano gli occhi in asse. La foria è il mancato allineamento degli assi visivi che si manifesta in assenza di fusione, per quantificarla è dunque necessario escludere il meccanismo della fusione motoria, interrompendo la sua funzione e ottenendo così visione dissociata. Ci sono numerosi test clinici a disposizione, è importante conoscerne le potenzialità.

Scopo:

Comparazione di tre metodi soggettivi largamente utilizzati nella pratica clinica nel rilevamento dello stato eteroforico. Saranno valutate la ripetibilità interna dei test e le differenze tra i metodi, con le possibili tendenze dei risultati. Le valutazioni verranno effettuate alla luce di quanto pubblicato precedentemente sull'argomento, rilevando similitudini o possibili differenze.

Materiali e metodi:

48 soggetti sono stati sottoposti a tre test: Von Graefe, Maddox e Facchin Foria Card per lontano e per vicino. Per valutare la ripetibilità a breve termine, ogni test viene effettuato per tre volte. Utilizziamo una sequenza randomizzata con tutte le possibili combinazioni di presentazione dei test per evitare influenze tra uno e l'altro. Von Graefe e Maddox vengono rilevati con forottero, Facchin Foria Card con occhialino di prova.

Risultati:

Buona la ripetibilità di tutti i test da lontano e da vicino. Nel confronto fra i test da lontano il Von Graefe mostra i risultati con tendenza più exoforica, la Foria Card fornisce dei risultati simili e il Maddox significativamente più eso. Da vicino il Von Graefe continua a fornire i dati più exoforici. In questo caso il Maddox fornisce valori con tendenza simile.

Conclusioni:

I test possono anche essere eseguiti una sola volta perché hanno una ripetibilità molto buona. Da lontano il metodo di dissociazione influisce sulla tendenza dei risultati. Il Von Graefe risulta essere il meno attendibile dei tre. Da vicino l'accomodazione sembra giocare un ruolo strategico, meglio controllata con occhialino. Facchin Foria Card con occhialino sembra fornire dati più neutrali senza una particolare tendenza.

Keywords: foria, visione binoculare, ripetibilità, accomodazione, metodo di dissociazione, forottero, occhialino di prova.

IRSSO

1. INTRODUZIONE

Il corretto funzionamento del sistema visivo dipende in gran parte dalla presenza di visione binoculare, ossia la capacità di fondere in una singola percezione gli impulsi provenienti dai due occhi. Possiamo rappresentare la visione binoculare come una piramide. Alla base abbiamo la visione simultanea, al centro la fusione sensoriale delle due immagini e al vertice la stereopsi. I gradi della visione binoculare, come vengono definiti, ci consentono di percepire, in maniera accurata la tridimensionalità del mondo che ci circonda, valutando le distanze degli oggetti e capendone la collocazione spaziale (Casalboni, Parenti, Sostegni, 2012).

Quando osserviamo il mondo esterno, le radiazioni formano delle immagini a livello della retina; ne deriva che ogni elemento retinico riceve le immagini di una porzione di spazio. La condizione principale per ottenere visione binoculare è che le immagini degli oggetti osservati vadano a cadere su punti retinici corrispondenti. Tutto ciò avviene grazie al sistema oculomotorio, ossia quella parte del sistema visivo composto da muscolatura oculare estrinseca. Il sistema motorio non ha un ruolo autonomo ma è guidata dal sistema sensoriale. Possiamo immaginare il processo visivo come un'unità sensorio-motoria: la parte sensoriale comprende le variazioni neuronali che decorrono dalla retina, passando per i neuroni retinici, al sistema nervoso centrale. Tali impulsi o sensazioni visive di forme, rapporti spaziali e colore arrivano così alla nostra conoscenza. I processi sensoriali, a questo punto, danno origine ad una serie di risposte nel sistema motorio, nelle strutture nervose centrali e periferiche e nella muscolatura oculare.

Tornando ai gradi della visione binoculare, la stimolazione simultanea di elementi retinici corrispondenti è alla base della fusione sensoriale che unifica in una percezione singola i due segnali conferendo un'unica localizzazione all'oggetto osservato. Affinché avvenga la fusione le immagini devono essere sufficientemente simili in grandezza, luminosità, colore e nitidezza. (Burian, Von.Noorden, 1993)

Quando il sistema visivo presenta uno squilibrio motorio, gli assi visivi non sono allineati perfettamente, perciò le immagini dello stesso oggetto si formano su elementi retinici non corrispondenti. La disparità di stimolazione che ne deriva produce diplopia la quale, essendo molto fastidiosa induce il sistema visivo a correggere la posizione degli occhi fino ad ottenere visione binoculare singola: questo meccanismo correttivo si chiama fusione motoria, ed è definito come il complesso dei movimenti riflessi di vergenza (o disgiunti) necessari per mantenere il corretto allineamento degli assi visivi (Burian, Von Noorden, 1993).

Gli squilibri che possono essere compensati dalla fusione motoria prendono il nome di forie o deviazioni latenti, quelli non compensabili dalla vergenza fusionale si chiamano tropie o deviazioni

manifeste.(Burian, Von.Noorden ,1993)

La presenza di una foria o il verificarsi di una tropia , è legata alla relazione che intercorre tra l'entità della deviazione e la capacità del sistema motorio di compensarla. Una deviazione lieve può essere compensata dalla fusione motoria senza difficoltà, mentre se lo squilibrio è importante, la sua compensazione può portare a sintomi astenopici , oppure assumere le caratteristiche di tropia.(Casalboni, 2012)

Le deviazioni relative sono dette eteroforie, se una persona ha una deviazione dei suoi assi visivi, impulsi compensatori di vergenza aggiustano il tono dei muscoli extraoculari per assicurare un appropriato posizionamento relativo degli occhi. Tutti i movimenti fusionali, ad eccezione della convergenza che può essere prodotta volontariamente, sono riflessi psicoottici. Lo stimolo che evoca il riflesso è la disparità delle immagini retiniche. Le eteroforie si evidenziano solo quando è interrotta la normale cooperazione degli occhi; esse si possono definire come le deviazioni mantenute latenti dal meccanismo della fusione. In certe circostanze questo compito può essere troppo gravoso e provocare sintomi soggettivi che consistono in disturbi di vario grado, cosiddetti sintomi astenopici. La maggior parte delle persone, presentano un'eteroforia, ma proporzionalmente poche persone accusano sintomi. La comparsa di questi dipende dallo stato sensoriomotore. La quantità assoluta della deviazione eteroforica non è il fattore più importante; ciò che importa è la discrepanza tra la deviazione e l'ampiezza della fusione motoria.

La nostra attenzione sarà rivolta alle deviazioni latenti e alle relative misurazioni. Alla base delle tecniche optometriche usate per evidenziare lo stato eteroforico c'è l'interruzione della fusione sensoriale che serve ad ottenere visione dissociata; In questo modo si esclude il meccanismo correttivo della fusione motoria e gli occhi assumono la propria posizione fisiologica di riposo (posizione di foria). La dissociazione della visione binoculare può essere ottenuta in diversi modi (Amos,1987) :

- a) Fornendo immagini differenti nei due occhi – questo si può realizzare mediante occhiali polarizzati, filtro rosso/verde, setto separatore stereoscopi ed altri sistemi.
- b) Escludendo totalmente un occhio dalla visione – si mette un occlusore davanti ad un occhio (e.g. Cover Test).
- c) Utilizzando dei prismi dissocianti – ossia dissociando l'immagine retinica in uno o in entrambi gli occhi in una quantità superiore alla capacità di recupero del sistema motorio, solitamente tramite prismi verticali.

Inoltre nell'esame dello stato eteroforico le procedure si differenziano in:

- Tecniche con risposta oggettive: si basano sull'osservazione dell'oggetto in esame da parte dell'operatore.
- Tecniche con risposte soggettive: la quantificazione dello stato eteroforico dipende dalla risposta del soggetto a specifiche mire presentate.

Nell'ambito della rilevazione dello stato eteroforico spesso non è tenuta in dovuta considerazione la metodologia di rilevazione e quanto essa possa influire sul risultato finale, si discute di valori, ma non di come essa viene misurata e dei relativi valori di riferimento. Diversi metodi di dissociazione possono riflettersi in risultati differenti. L'interpretazione dei risultati deve tenere in considerazione questo aspetto.

Questo argomento non è nuovo ed è già stato affrontato in passato (Morgan, 1964). In alcuni casi (OEP) gli studi precedenti fornivano valori medi senza specificare valori normativi e/o di riferimento. Risulta quindi necessario, considerare il metodo di rilevazione nell'interpretazione dei dati. Nella tabella 1, sono mostrati alcuni valori di riferimento.

AUTORE	METODO	MEDIA	DEVIATION STANDARD
VON GRAEFE OEP (Skeffington 1991)	Approccio analitico	L ORTO 0,5 DP EXO V 6 DP EXO	
MORGAN M. (Morgan M.W 1944)	Analisi normativa	L 1 DP EXO V 3 DP EXO	+/- 2 +/- 3
SCHEIMAN & WICK (Morgan M.W 1944)	Analisi integrata	L 1 DP EXO V 3 DP EXO	+/- 2 +/- 3

Tabella 1: Valori normativi di riferimento delle eteroforie per lontano e vicino.

Parallelamente al calcolo di valori normativi è stata presa in considerazione la comparazione dei diversi metodi di misurazione dell'eteroforia e della loro rispettiva ripetibilità. La ripetibilità è il grado di concordanza tra una serie di misure, quando le singole sono effettuate lasciando immutate le condizioni di misura. In particolar modo, devono rispettare determinate condizioni: lo stesso metodo di misurazione, stesso operatore, stesso strumento di misura. Riferendoci ad un test s'intende la capacità di offrire sempre lo stesso risultato nel corso di misurazioni ripetute; è una

caratteristica intrinseca del test e dipende dalla bontà stessa del test e di come è costruito.

Uno studio di Schroeder, Rainey, Goss et al., (1996) portò ad effettuare considerazioni non condivise successivamente. Essi confrontarono Thorington, Von Graefe e Maddox Rod. Il Thorington consiste in una mira composta da una fila orizzontale di lettere e numeri, separati tra loro da 1dp alla distanza di 40 cm. Al centro, sotto lo zero, vi è una freccia che punta verso il basso; il metodo di dissociazione è un prisma di 6Dp a base alta. Il posizionamento del prisma davanti all'occhio sinistro crea chiaramente uno sdoppiamento dell'immagine; la lettera o il numero che la freccia indica fornisce l'entità della foria. Il Maddox Rod si esegue con un cilindro di Maddox posizionato davanti all'occhio destro; il soggetto osserva una piccola luce posta a 40 cm o a 6m e riferisce la posizione della linea rossa rispetto alla luce; l'entità della foria viene quantificata mediante il prisma che consente la sovrapposizione tra linea e punto luminoso.

Per quanto riguarda la ripetibilità il Thorington risultò il migliore. Analizzando la tendenza dei risultati il Maddox da vicino fornì risultati più exoforici rispetto al Von Graefe. La causa principale venne ipotizzata nell'inadeguato controllo dell'accomodazione.

Come sottolineato da Scheiman e Wick (2014), l'importanza del controllo dell'accomodazione durante l'esecuzione dei test per lo stato eteroforico è un fattore chiave nella valutazione dei risultati. Il controllo dell'accomodazione assume un ruolo fondamentale e clinicamente è importante porre l'attenzione sulla focalizzazione delle mire durante tutta l'esecuzione, queste devono apparire nitide mostrando un perfetto controllo dell'accomodazione. I diversi test presentano mire differenti e quindi il controllo accomodativo non risulta identico da un test all'altro. Vi sono test e procedure che utilizzano mire con la massima AV, mentre altre utilizzano un semplice punto luminoso.

Successivamente venne condotto uno studio su sette test, valutando la ripetibilità di questi da Rainey, Schroeder, et al (1998). Vennero valutati tre tipi di Cover Test (foria stimata, neutralizzata con prisma soggettivamente e oggettivamente), due tipi di Von Graefe (con presentazione continua della mira ed intermittente) e due tipi di Thorington (modificato e non). Il Thorington modificato utilizza una mira specifica, la Bernell Muscle Imbalance Measure (MIM), che consiste in una fila orizzontale e una verticale di numeri, che si intersecano formando una croce. I numeri sono separati da 1Dp alla distanza di 40cm. Nel punto di intersezione vi è un buco, attraverso il quale viene mostrata una luce al soggetto. Il soggetto osserva a 40 cm la MIM card con un cilindro di Maddox di fronte all'occhio destro. Posizionando il cilindro con asse orizzontale si genererà una linea verticale che andrà a fornire il valore di foria in base al numero che interseca sulla fila orizzontale. E' chiaro che con la fila verticale indagheremo le forie verticali.

In questo studio sulla ripetibilità i limiti maggiori vennero attribuiti al Von Graefe che risultò il

meno ripetibile mentre i test più affidabili risultarono il Thorington modificato e il cover test soggettivo. Thorington modificato con la sua semplicità di gestione venne consigliato come il miglior test da effettuare nella pratica clinica.

Nel confronto tra Von Graefe, Maddox e Modified Thorington, Casillas e Rosenfield (2006) trovarono una sostanziale differenza tra l'utilizzo dell'occhialino di prova "nello spazio libero" e il forottero. Quest'ultimo può influenzare la posizione degli occhi durante il test inducendo ad una scarsa ripetibilità delle misurazioni. Modified Thorington e Maddox risultarono i più ripetibili sia da lontano che da vicino in particolar modo con l'occhialino. Il Von Graefe risultò essere il meno ripetibile a tutte le distanze soprattutto con l'utilizzo del forottero e mostrò inoltre una tendenza a fornire valori più exoforici.

Una ricerca condotta da Maples, Savoy, Harville et al., (2009) mise a confronto Von Graefe e il Thorington. Essa confermò la scarsa ripetibilità del primo, sottolineando sempre la tendenza a fornire valori più exoforici sia da lontano che da vicino. Questo portò alla conclusione che il Von Graefe supportava più spesso la diagnosi di insufficienza di convergenza di quanto lo facesse il Thorington.

Proseguendo nell'analisi degli studi possiamo fare riferimento ad un confronto condotto tra Modified Thorington, Von Graefe e Howell Foria Card da Goss, Reynolds et al (2010). In accordo con le considerazioni precedentemente rilevate Modified Thorington (MT) e Howell foria Card (HFC) risultarono più ripetibili rispetto al Von Graefe. In particolar modo venne evidenziata una profonda correlazione tra i sintomi dei pazienti riferiti in fase di anamnesi e i dati trovati con MT e HFC. Nel Von Graefe la corrispondenza risultava più evidente nell'ambito di valori exoforici.

La ripetibilità venne trattata anche in uno studio che mise a confronto Von Graefe, Thorington, Cover Test veloce e lento condotto da Murrueta e Larranega (2013). Anche in questo caso il metodo Von Graefe risultò essere il più variabile, i valori di exoforia risultarono maggiori e l'uso del forottero accentuò questa tendenza. Cover Test e Thorington risultarono i più affidabili e fornirono gli stessi risultati in soggetti con una normale visione binoculare. Inoltre il cover test lento (5 occlusioni di 3 secondi) evidenziò meglio le forie elevate rispetto al veloce (5 occlusioni di un secondo) permettendo di valutare la stabilità fusionale.

Basandoci su questa serie di studi, lo scopo del presente lavoro di tesi è la comparazione di tre metodi largamente utilizzati nella pratica clinica quali il Von Graefe, la riga con il filtro di Maddox e la Facchin Foria Card. Ogni metodo verrà inoltre ripetuto tre volte, in questo modo sarà possibile ottenere anche un indice di ripetibilità a breve termine e verranno fatte considerazioni sull'affidabilità di ogni singolo test.

2. MATERIALI E METODI

Soggetti

Allo scopo di ricerca sono stati analizzati 48 soggetti di età compresa tra i 28 e i 78 anni, raccolti in due studi optometrici, senza selezioni particolari. L'unico criterio di inclusione era la presenza di normale visione binoculare al cover test.

I soggetti sono stati valutati presso i nostri studi e sottoposti ai seguenti test di misurazione dell'eteroforia:

1. VON GRAEFE (V)
2. MADDOX (M)
3. FACCHIN FORIA CARD (F)

La scelta dei test è stata dettata dal fatto che sono tra i più diffusi e i più facili da utilizzare in clinica. I tre test sono stati effettuati sia per lontano che per vicino. Per valutare la ripetibilità a breve termine, ogni test è stato effettuato per tre volte ed abbiamo annotato su un'apposita scheda i risultati. Visto che lo scopo della tesi è la ripetibilità interna del test e la differenza tra di essi abbiamo utilizzato una sequenza randomizzata con tutte le possibili combinazioni di presentazione dei test per evitare influenze tra uno e l'altro.

Nello specifico sono state utilizzate le sequenze :

V-F-M

V-M-F

F-V-M

M-F-V

F-M-V

M-V-F

Le sequenze sono state alternate partendo una volta dal lontano, una volta dal vicino. Così facendo abbiamo effettuato 4 sequenze con 12 test in modo di avere quattro soggetti per sequenza per un totale bilanciato di 48 soggetti

2.1 PROCEDURA

Per la raccolta dei dati abbiamo predisposto una scheda indicante:

- SIGLA: le iniziali di nome e cognome del soggetto esaminato;
- ETA';
- DOMINANZA: con il test del foro abbiamo verificato quale fosse l'occhio dominante a livello motorio ed abbiamo indicato con 1 l'occhio destro; con 2 il sinistro;
- SEQUENZA: un promemoria per noi per sapere se partire con il lontano o con il vicino e la sequenza dei test con le sei possibili combinazioni di cui sopra.

I dati raccolti sono stati segnati indicando con valori positivi le eso e negative le exoforie.

2.2. ESECUZIONE

Dopo aver effettuato la refrazione soggettiva per lontano e per vicino abbiamo preso la distanza interpupillare e proceduto con i test:

2.2.1. VON GRAEFE DA LONTANO

Con il soggetto seduto sulla poltrona del riunito e con l'eventuale correzione in uso per lontano, abbiamo proiettato una riga di Snellen ridotta con acuità visiva max di 10/10. Nel forottero sono stati inseriti prismi di Risley con 6 DP BA davanti all'occhio destro e 9 DP BI davanti al sinistro, come prevede la procedura dell'OEP.

Dopo aver messo i prismi davanti all'occhio destro abbiamo chiesto al soggetto se la mira si fosse doppiata. In caso positivo, antepoendo i prismi davanti all'occhio sinistro, abbiamo allontanato le mire e abbiamo chiesto al soggetto di avvisarci con uno "stop" quando erano di nuovo allineate.

Una volta segnato il valore (exo base interna; eso base esterna) nella tabella abbiamo tolto i prismi, ristabilito la visione binoculare e quindi ricominciato.

2.2.2. VON GRAEFE DA VICINO

Il soggetto era sempre seduto sulla poltrona del riunito con la correzione in uso da vicino. Dopo aver fissato a 40cm sull'asta del forottero una carta con mira ridotta di Snellen e messa la distanza interpupillare da vicino abbiamo inserito i prismi di Risley secondo le indicazioni dell'OEP ovvero 9 DP BA davanti all'OD e 12 DP BI davanti al sinistro. Anche in questo caso abbiamo proceduto con l'allineamento delle mire e tra una misura e l'altra è stata ristabilita la normale visione binoculare.

2.2.3. MADDOX DA LONTANO

Anche in questo caso il soggetto (sempre emmetropizzato) era seduto sulla poltrona del riunito. Abbiamo infatti deciso di utilizzare il cilindro di Maddox con filtro rosso orientato a 180° delle lenti accessorie del forottero. A tre metri di distanza abbiamo posizionato l'apposito riga di maddox con al cento un foro retroilluminato da una pen light. Al soggetto era chiesto di riferire dove passasse il fascio di luce verticale (creato dal filtro rosso davanti all'OD) e se il valore fosse a destra (eso) o a sinistra (exo) dello 0. La scala numerata era già tarata in diottrie prismatiche per la distanza del test. Tra una misura e l'altra veniva tolto il cilindro di maddox e invitavamo il soggetto a guardare all'infinito per qualche secondo.

2.2.4. MADDOX DA VICINO

Come per la procedura da lontano (con l'eventuale correzione per vicino) solo che il righello (ritarato per la distanza da vicino) era posizionato sull'asta del forottero a 40 cm. Anche in questo caso tra una misura e l'altra abbiamo ristabilito la normale visione binoculare.

2.2.5 FACCHIN FORIA CARD DA LONTANO

Dei tre metodi è stato l'unico effettuato senza l'uso del forottero. Il test è stato eseguito nello spazio libero con il soggetto in piedi ed emmetropizzato. A distanza di tre metri il soggetto è posizionato di fronte alla card. Una volta posizionato il soggetto abbiamo messo un prisma di 6 DP BA davanti all'occhio destro del soggetto chiedendo su quale numero finisse la freccia della riga in alto (percepito quindi dall'occhio sinistro) rispetto a quello in basso. La card è già tarata in diottrie prismatiche e la divisione in colori (rosa eso – blu exo) rende la misurazione più facile anche per i soggetti esaminati.

2.2.6 FORIA CARD DA VICINO

Abbiamo fatto sedere il soggetto sulla poltrona del riunito con l'eventuale correzione per vicino. Invitandolo a tenere la card abbiamo preso la distanza (40 cm) con l'apposito filo fornito con la card. Dopo aver messo il prisma di 6 DP BA davanti all'occhio destro abbiamo seguito la procedura di cui sopra.

I prismi e il filtro rosso sono stati sempre posizionati sull'occhio destro in quanto ci siamo attenuti alla procedura dell'OEP, come indicato dalla maggior parte dei test e per uniformità delle procedure. In ogni caso, su 48 soggetti esaminati solo 9 avevano una dominanza nell'occhio sinistro a livello motorio.

3. ANALISI DEI DATI

3.1 LONTANO

Per confrontare i diversi metodi si è andati ad indagare il valore medio risultante dei diversi test insieme alle diverse ripetizioni. E' stata quindi effettuata un'analisi della varianza a misure ripetute con due fattori (ripetizioni a tre livelli (sessione1, sessione 2, sessione 3) e test a tre livelli (Von Graefe, Maddox, FFC).

I risultati mostrano un effetto significativo per il fattore metodo ($F(2,94)=10.5$ $p<0.0001$) e un risultato vicino alla significatività per l'interazione ripetizione x test ($p=0.07$). Tra i tre test ce n'è almeno uno che restituisce valori medi differenti. Globalmente non sembra esserci una differenza tra le tre valutazioni. Per confrontare ogni singolo test indipendentemente dalla ripetizione, sono stati eseguiti i confronti post-hoc con test Bonferroni. I risultati mostrano una differenza significativa tra Von Graefe e Maddox ($p<0.0005$), tra Maddox e FFC ($p<0.005$), ma non tra Von Graefe e FFC. Per osservare le singole differenze tra le ripetizioni test x test, sono stati effettuati i post-hoc all'interazione metodologia x valutazione. I risultati mostrano nessuna differenza tra sessioni per ogni singolo test considerato.

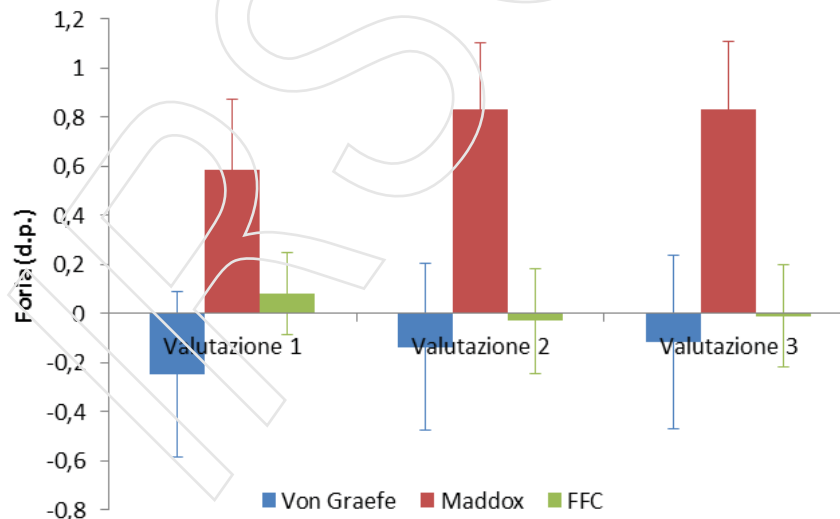


Grafico 1: confronto tra i risultati dei tre test da lontano in relazione alle diverse ripetizioni.

La valutazione delle medie tra le sessioni ci restituisce la stabilità del punteggio nel tempo, ma non indica la ripetibilità vera e propria. Per effettuare questo tipo di analisi sono state prese in considerazione due tipi di correlazione: r di Pearson ed intra class correlation (ICC) che permette di avere un valore unico anche con un numero di misurazioni >2 .

Test (L)	Sessi one	R	p-value	ICC	p-value
Von Graefe	1-2	0.721	<0.0001	0.929	<0.0001
	2-3	0.703	<0.0001		
	1-3	0.907	<0.0001		
Maddox	1-2	0.953	<0.0001	0.943	<0.0001
	2-3	0.953	<0.0001		
	1-3	0.941	<0.0001		
FFC	1-2	0.893	<0.0001	0.886	<0.0001
	2-3	0.951	<0.0001		
	1-3	0.445	<0.0001		

Tabella 2: Analisi della ripetibilità dei test da lontano: r di pearson e intra class correlation.

3.2. VICINO

Per la valutazione sono state applicate le medesime analisi precedentemente viste per il lontano.

L'anova mostra un risultato significativo per il fattore principale metodo ($F(2,94)=16.31$ $p<0.0001$).

L'analisi post-hoc con test Bonferroni mostra una differenza significativa tra tutti i test: Von Graefe-Maddox $p<0.01$, von Graefe – FFC $p<0.0001$, Maddox FFC $p<0.05$.

Per osservare le singole differenze tra le ripetizioni, sono stati effettuati i post-hoc all'interazione metodologia x valutazione. I risultati mostrano nessuna differenza tra sessioni per ogni singolo test considerato.

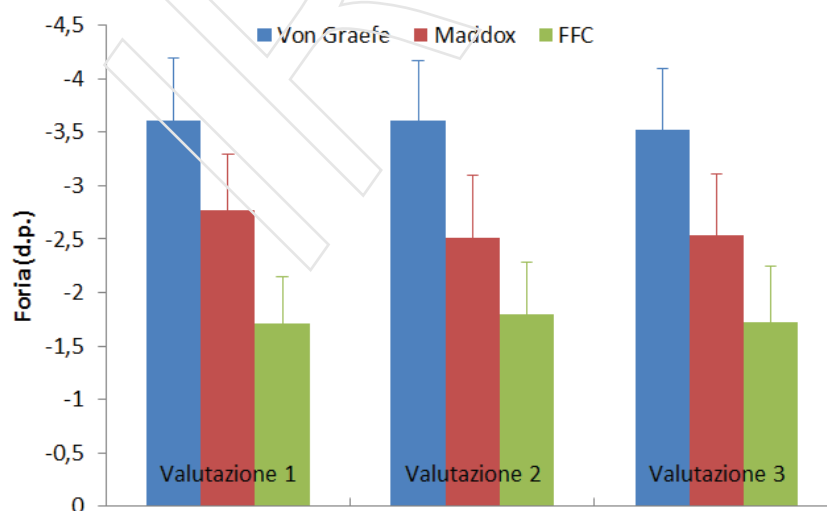


Grafico 2: i tre risultati dei test da vicino in confronto tra loro

La valutazione delle medie tra le sessioni ci restituisce la stabilità del punteggio, ma non indica la ripetibilità vera e propria. Per effettuare questo tipo di analisi sono state prese in considerazione due tipi di correlazione: r di pearson ed intra class correlation (ICC) che permette di avere un valore unico anche con un numero di misurazioni >2.

Test (V)	Sessione	R	p-value	ICC	p-value
Von Graefe	1-2	0.954	<0.0001	0.945	<0.0001
	2-3	0.970	<0.0001		
	1-3	0.911	<0.0001		
Maddox	1-2	0.944	<0.0001	0.944	<0.0001
	2-3	0.957	<0.0001		
	1-3	0.938	<0.0001		
FFC	1-2	0.957	<0.0001	0.948	<0.0001
	2-3	0.968	<0.0001		
	1-3	0.936	<0.0001		

Tabella 3: le tre sessioni a confronto da vicino: r di pearson e intra class correlation

4. DISCUSSIONE

4.1 RIPETIBILITA' LONTANO

L'analisi ha messo in correlazione le tre misurazioni interne (sessione) e in tutti e tre i confronti (1-2; 2-3; 1-3) la correlazione di pearson mostra valori mediamente elevati, con i minori attribuibili al VG. La correlazione ICC ha mostrato valori molto elevati,. Solo il test di Maddox ha mostrato una leggera differenza di valutazione, una differenza comunque non rilevante ai fini statistici.

A differenza degli studi precedenti citati nell'introduzione abbiamo notato che anche il Von Graefe è un test affidabile e stabile nel tempo (considerato). Se molti autori sostenevano che era il meno ripetibile, il nostro studio ha evidenziato come anch'esso sia ripetibile.

Nel complesso possiamo quindi affermare la ripetibilità dei tre test per il lontano risulta essere molto buona. L'unico test con una differenza tra le ripetizioni è stata la Foria Card. In particolare la r di pearson 1-3 è stata sotto lo 0,5. Questo valore medio, tuttavia è già di per sé buono e consideratndo che gli altri confronti superavano lo 0,9 e la correlazione ICC restituiva un valore elevato, possiamo quindi affermare che anche la questo test è ripetibile.

4.2 RIPETIBILITA' DA VICINO

Anche per il vicino è confermata la ripetibilità interna dei test. In questi casi pare ancora maggiore la ripetibilità interna tra i test, nonostante i valori siano complessivamente più dispersi. I valori delle correlazioni sono tutte sopra lo 0,9; un valore molto elevato, quindi indicante la forte stabilità delle valutazioni.

Anche in questa valutazione infatti anche il Von Graefe si è dimostrato ripetibile. Come per il lontano, a differenza degli studi precedenti non abbiamo notato valori diversi ai fini statistici tra una ripetizione e l'altra.

Il nostro studio si è focalizzato sulla ripetibilità a breve termine dei test in quanto le tre ripetizioni (dei tre test) sono stati effettuati nella stessa giornata.

Possiamo quindi affermare che sia da lontano che da vicino è sufficiente effettuare il test una sola volta.

4.3. CONFRONTO TRE TECNICHE DA LONTANO

In accordo con gli studi precedenti (Casillas e Rosenfield 2006; Maples, Savoy e Harville 2009; Goss, Reynolds e Todd 2010; Murueta e Larranaga 2013) notiamo che il Von Graefe tende a dare valori più exoforici, soprattutto rispetto al Maddox. I risultati della Facchin Foria Card sono più simili a quelli del Von Graefe.

Soffermandoci su questa differenza, valutiamo il metodo di dissociazione. Sia nel Von Graefe che nella FFC l'impiego dei prismi serve per rompere la fusione in verticale. Nel tipo di esame che sfrutta la diplopia si determina la localizzazione soggettiva di un singolo punto oggetto la cui immagine cade sulla fovea dell'occhio fissante e su un'area retinica extrafoveale nell'altro occhio. La distanza delle doppie immagini è una misura della deviazione. Tale misurazione nel Von Graefe sarà neutralizzata mediante l'utilizzo di prismi. Con la FFC la mira stessa fornirà la quantificazione della foria. Nel Maddox invece si ottiene la dissociazione mediante l'utilizzo del cilindro di Maddox. Con il cilindro di Maddox l'occhio che percepirà la striscia non riuscirà a percepire nient'altro. Ciò evita impulsi fusionali dell'ambiente circostante la luce di fissazione. Questo metodo risulta il più dissociante.

Il risultato potrebbe quindi essere influenzato dal metodo di dissociazione più che dal test in se stesso.

I risultati del Von Graefe e della FFC presentano la medesima tendenza e lo stesso tipo di dissociazione. Maddox, il più dissociante, presenta valori meno exo.

Per quanto riguarda il controllo accomodativo, questo avrà maggior rilevanza nei test da vicino.

Una considerazione va fatta sull'utilizzo di forottero o dell'occhialino di prova. In accordo con Murueta e Larranaga (2013) notiamo come l'impiego del forottero nel Von Graefe accentua la tendenza exo. Tale effetto venne rilevato anche da Casillas e Rosfield (2006) sia da lontano che da vicino.

4.4. CONFRONTO TRE TECNICHE DA VICINO

Anche in questo caso il test che dà valori più exoforici è il Von Graefe, a seguire Maddox e Facchin Foria Card. In accordo con gli studi precedenti il Von Graefe sembra essere il test che supporta più spesso la diagnosi di insufficienza di convergenza (Maples, Savoy, Harville 2009; Goss, Reynolds e Todd 2010) ad eccezione di uno studio condotto da Shroeder, Rainey e Goss (1996) che attribui questa caratteristica al Maddox. Sempre in quest'ultimo articolo venne però evidenziata l'affidabilità del Thorington, che risulta un test molto simile alla Facchin Foria Card, con stesso metodo di dissociazione e stessa metodica nella quantificazione della foria. In questo ci troviamo totalmente allineati. Facchin Foria Card come Thorington risulta ripetibile e non presenta risultati con particolari tendenze.

Da vicino la componente che può influire maggiormente è l'accomodazione. Risulta fondamentale il controllo di questa durante l'esecuzione dei test. Differenze nei risultati possono essere imputabili ad un suo inadeguato controllo. Il forottero, specie da vicino risulta essere responsabile di un cattivo controllo conferendo una tendenza exo ai risultati ottenuti. In accordo con uno studio precedente (Casillas e Rosenfield 2006) che metteva a confronto Von Graefe, Maddox e Thorington modificato, notiamo come Maddox e Von Graefe presentino questa tendenza. La Facchin Foria Card con occhialino fornisce risultati meno exo.

Per quanto riguarda il metodo di dissociazione, questo sembra influire meno sulla tendenza dei risultati da vicino. Facchin e Von Graefe che presentano lo stesso metodo risultano i più differenti tra i test. Probabilmente uno stesso metodo proposto con forottero o occhialino di prova incide in maniera differente sul risultato finale. A 40 cm la visione periferica esclusa dal forottero risulta maggiore. Al contrario, l'occhialino produce una minima restrizione del campo visivo, determinato dal profilo della montatura. Il concetto di fusione periferica venne presentato per la prima volta da

Burian (1939), che mostrò come le immagini periferiche potessero fungere da stimolo inducendo un movimento di vergenza fusionale. Pertanto, utilizzando l'occhialino, è possibile che la presenza di stimoli fusionali periferici, anche in condizione di dissociazione, influenzi la posizione degli occhi durante il test, producendo una stabilità maggiore nei risultati. Ancora una volta, in accordo con Casillas e Rosenfield (2006) possiamo attribuire maggiore affidabilità a test eseguiti con occhialino, in questo caso la Facchin Card.

5. CONCLUSIONI

L'alta ripetibilità dei test esaminati consente di affermare che è sufficiente effettuarli una sola volta nella pratica clinica. Per quanto riguarda il confronto fra test, in accordo con gli studi precedenti il Von Graefe è la tecnica che fornisce valori più exoforici, probabilmente accentuati dall'utilizzo del forottero che esclude in parte la visione periferica. Il Maddox segue tale tendenza da vicino ma a causa di un inadeguato controllo accomodativo. La Facchin Foria Card con occhialino sia da lontano che da vicino fornisce valori intermedi rispetto agli altri test e tendenti verso la condizione di ortoforia. Consigliamo questo test nella pratica clinica valutandolo particolarmente affidabile.

Un ringraziamento speciale al nostro paziente relatore Prof. Alessio Facchin , che ci ha guidato nella conclusione di questo interessante percorso formativo.

IRSSO

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Amos, J. F. (1987). *Diagnosis and management in vision care*. Butterworth-Heinemann.

Burian, H.M. (1939). Fusional movements. Role of peripheral retinal stimuli. *Arch Ophthalmol*.

Burian, H. M., Von Noorden, G. K., Faraldi, I., & D'Amelio, S. (1985). *Visione binoculare e motilità oculare: teoria e trattamento dello strabismo*. Seconda edizione italiana 2013. Medical Books.

Casalboni (2012) *Cenni sulla fisiologia della visione binoculare*. Pdf. Istituto Regionale di Studi Ottici e Optometrici

Casalboni, Parenti, Sostegni (2012) *Optometria funzionale I Fisiologia della visione binoculare*. Pdf. Istituto Regionale di Studi Ottici e Optometrici.

Casillas, E. C., & Rosenfield, M. (2006). Comparison of subjective heterophoria testing with a phoropter and trial frame. *Optometry & Vision Science*, 83(4), 237-241.

Goss, D. A., Reynolds, J. L., & Todd, R. E. (2010). Comparison of four dissociated phoria tests: reliability & correlation with symptom survey scores. *J. Behavioral Optom*, 21, 99-104.

Maples, W. C., Savoy, R. S., Harville, B. J., Golden, L. R., & Hoenes, R. (2009). Comparison of distance and near heterophoria by two clinical methods. *Optometry and Vision Development*, 40(2), 100.

Morgan, M. W. (1944). *Analysis of clinical data*. American Journal of Optometry Publishing Company.

Rainey, B. B., Schroeder, T. L., Goss, D. A., & Grosvenor, T. P. (1998). Inter-examiner repeatability of heterophoria tests. *Optometry & Vision Science*, 75(10), 719-726.

Schroeder, T. L., Rainey, B. B., Goss, D. A., & Grosvenor, T. P. (1996). Reliability of and comparisons among methods of measuring dissociated phoria. *Optometry & Vision Science*, 73(6), 389-397.

Scheiman, M., & Wick, B. (2013). Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders. Lippincott Williams & Wilkins.

Skeffington AM. (1991). Practical applied optics. In: Henderickson , ed. Optometric extension program. Santa Ana, CA: Optometric Extension Program Foundation.