



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

IRSOO

ISTITUTO DI RICERCA  
E DI STUDI IN OTTICA  
E OPTOMETRIA - VINCI

# Validità e ripetibilità di tre test di bilanciamento binoculare

Laura Boccardo, Alessia Montecalvo, Nicole Oddo, Luciano Parenti

## Introduzione

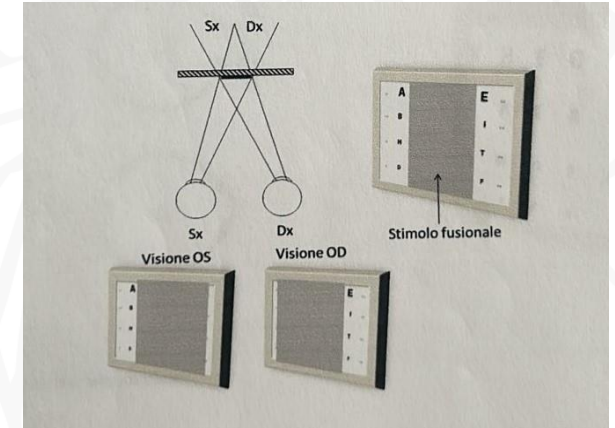
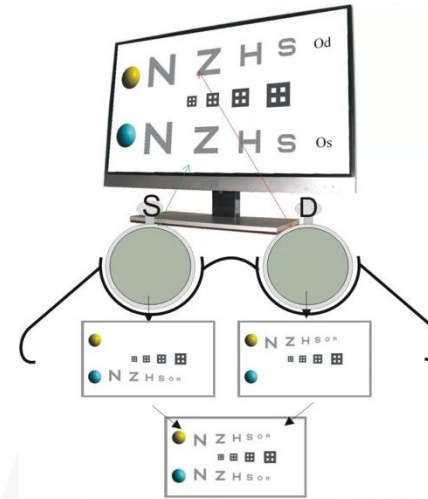
- La refrazione soggettiva viene generalmente considerata il *gold standard* nella misura dell'errore refrattivo (Elliot, 2017; Bullimore 2020).
- Generalmente, in una prima fase si esamina un occhio per volta utilizzando un occlusore ed eseguendo i vari test in modalità monoculare (Elliot, 2020).
- Durante la refrazione monoculare, potrebbe succedere che l'accomodazione venga esercitata in modo diverso fra i due occhi.

## Introduzione

- Quando si torna in visione binoculare questa differenza di accomodazione può causare una differenza di nitidezza fra i due occhi, astenopia e difficoltà di adattamento alla correzione.
- Pertanto, l'esame refrattivo viene concluso con un test di bilanciamento accomodativo, che serve a equilibrare l'accomodazione in entrambi gli occhi, facendo sì che le immagini si formino contemporaneamente sulle retine e uniformando così lo stimolo accomodativo.

## Test di bilanciamento dell'accomodazione

- Bilanciamento con occlusione alternata
- Bilanciamento con filtri polarizzati
- Turville Infinity Balance test (TIB)
- Test di bilanciamento con prismi
- Test Duochrome con dissociazione prismatica
- Test di Humphriss Immediate Contrast (HIC)



## Scopo dello studio

Verificare concordanza e ripetibilità di tre test per il bilanciamento dell'accomodazione, basati su un confronto di nitidezza fra i due occhi:

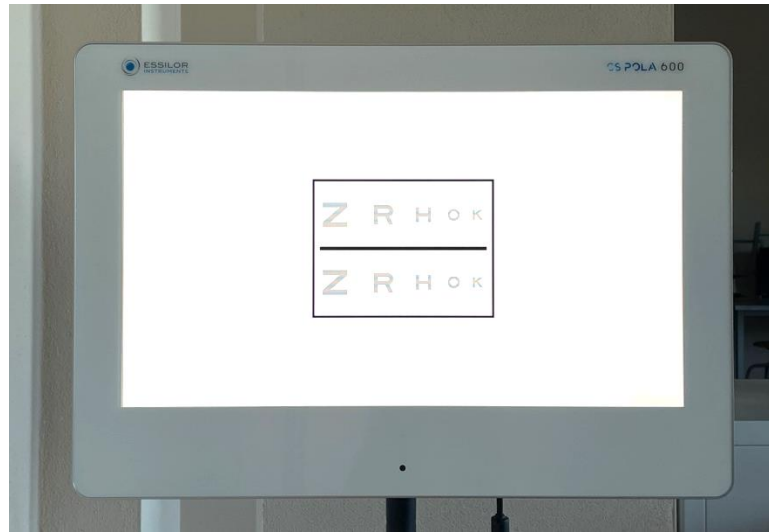
- dissociazione con filtri polarizzati
- dissociazione con prisma  $6\Delta$  BU
- dissociazione con filtri rosso/verde.



## Filtri polarizzati



Visione con solo l'occhio sinistro aperto



Visione senza filtri

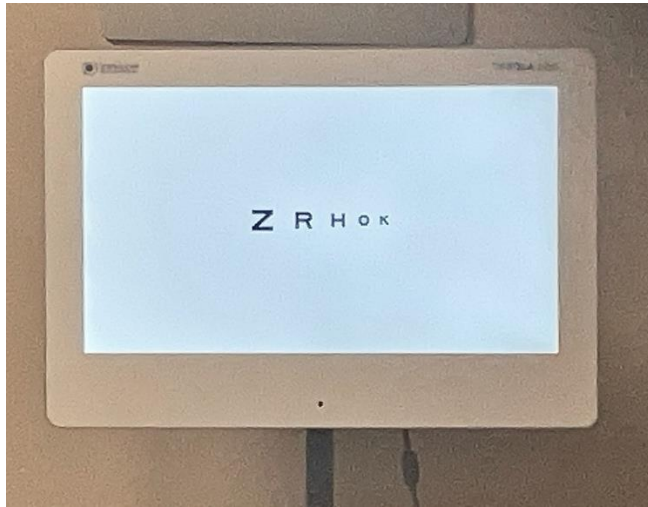


Visione con solo l'occhio destro aperto

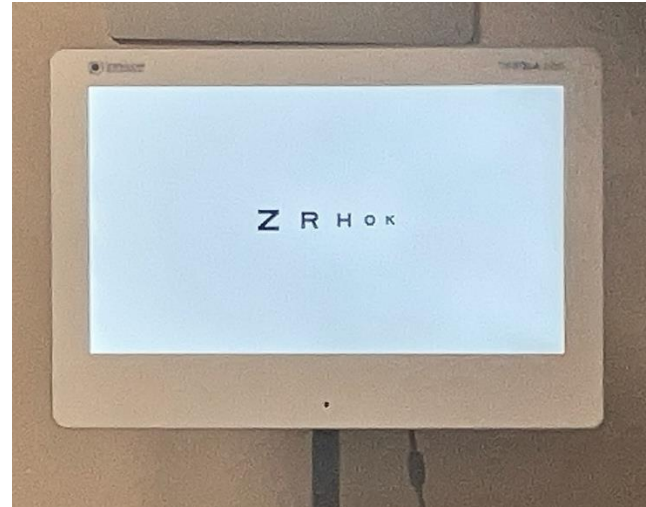


Sovrapposizione dell'immagine dell'occhio destro e dell'occhio sinistro

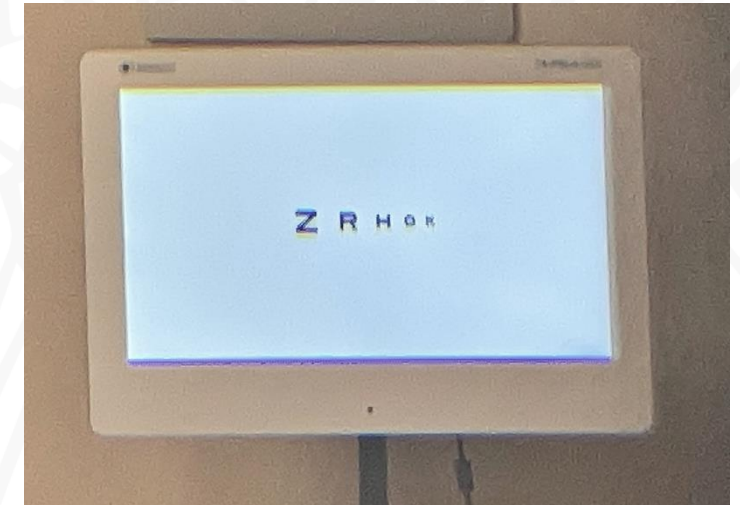
## Prisma 6Δ BU



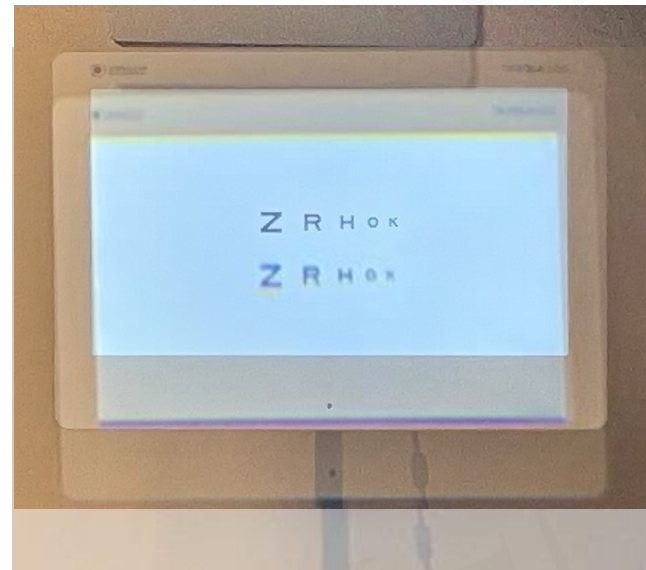
Visione con solo l'occhio sinistro aperto



Visione senza prismi



Visione con solo l'occhio destro aperto (6Δ BU)



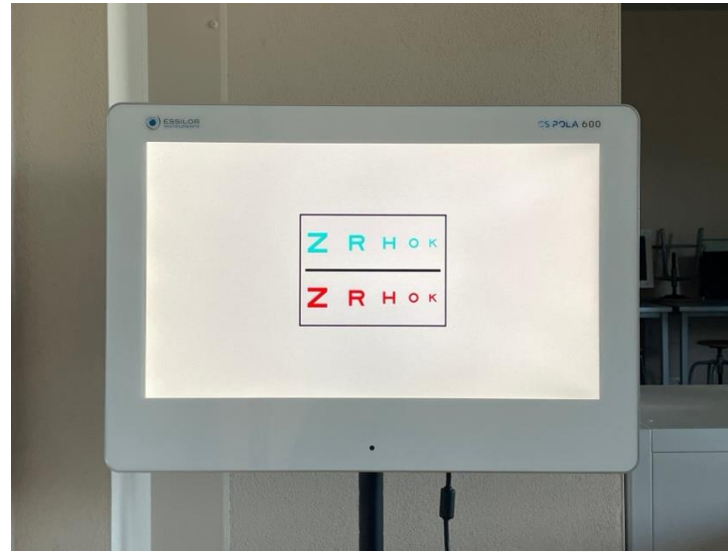
Sovrapposizione dell'immagine dell'occhio destro e dell'occhio sinistro



## Filtri R/V



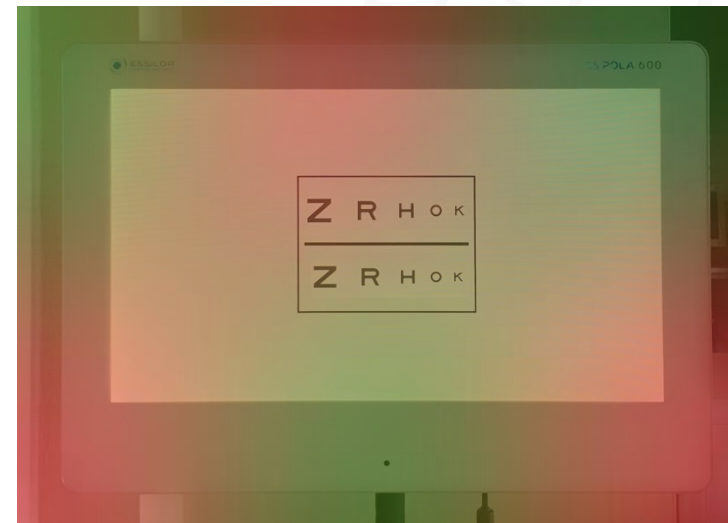
Visione con solo l'occhio sinistro aperto



Visione senza filtri



Visione con solo l'occhio destro aperto



Sovrapposizione dell'immagine dell'occhio destro e dell'occhio sinistro

## Soggetti

### Criteria di inclusione

- Età: 18 - 35 anni
- BCVA monolare  $\geq 10/10$   
in entrambi gli occhi

### Criteria di esclusione

- Patologie oculari o sistemiche che possano causare instabilità della refrazione o riduzione della BCVA
- Anomalie della visione binoculare
  - cover test
  - Stereopsi ( $> 40''$ )
- Presbiopia
- Differenza in BCVA monolare  $\geq 1$  linea

## Strumenti



Autorefrattometro



Ottotipo  
polarizzato



Forottero  
computerizzato



## Procedura

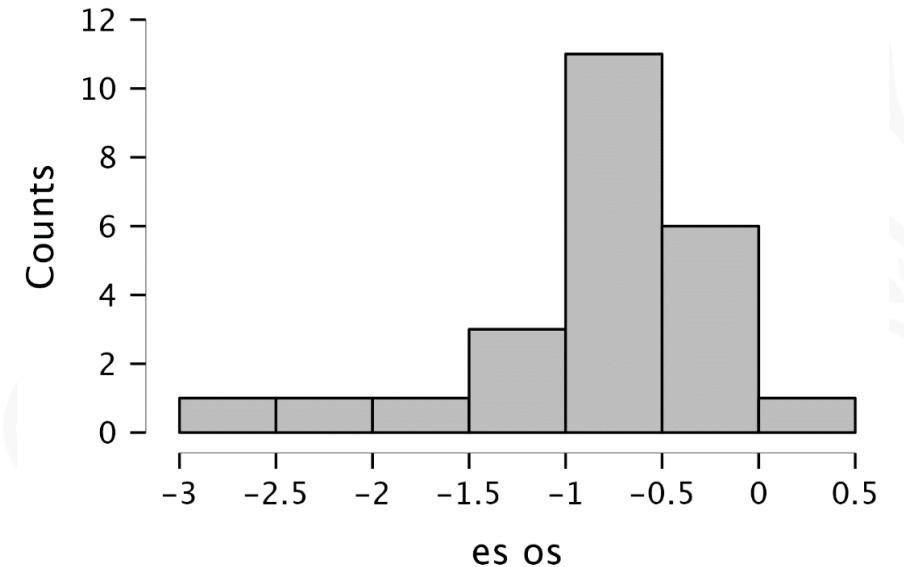
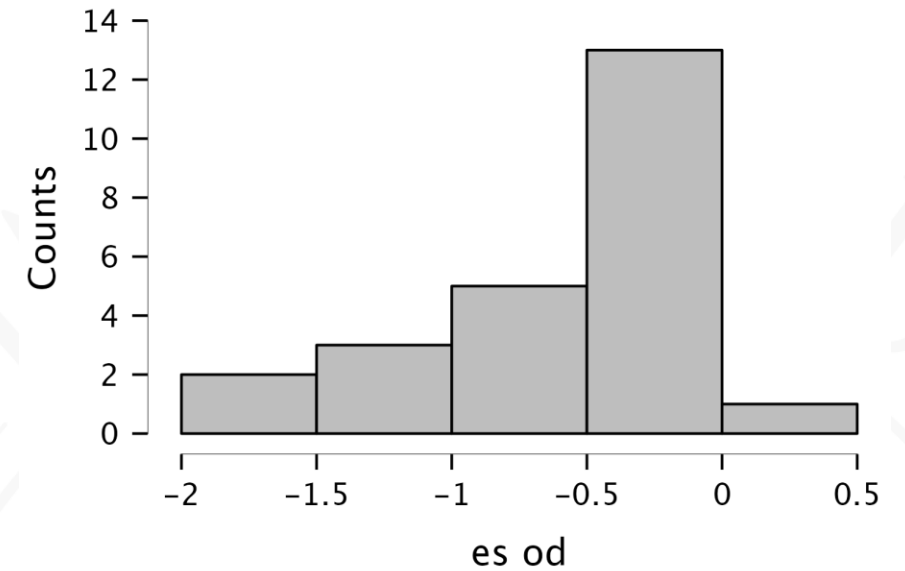
- Esame oggettivo con autorefrattometro
- Determinazione dell'occhio dominante (filtro rosso)
- Individuazione dell'equivalente sferico come massima lente sferica positiva o minima negativa che consente la massima acuità visiva
- Misura dell'astigmatismo con cilindro crociato
- Rifinitura della sfera con test bicromatico
- Bilanciamento dell'accomodazione (3 test in ordine casuale, ripetuti ciascuno 3 volte)

## Procedura per il bilanciamento

- +0,50 D di sfuocamento binoculare
- sdoppiamento
- Confronto fra riga sopra e riga sotto, per raggiungere l'uguaglianza di nitidezza
- +0,25 D sull'occhio che vede meglio
- Se non è possibile raggiungere l'uguaglianza, si lascia la visione migliore sull'occhio dominante
- Rimozione di sdoppiamento e sfuocamento binoculare

## Risultati

- 24 studenti dell'istituto IRSOO
  - età compresa fra 18 e 27 anni (media 22; SD 2,5)
  - 7 femmine e 17 maschi.
- Equivalente sferico:
  - OD: Media  $-0,56$  D (range da  $-2,00$  D a  $+0,125$  D)
  - OS: Media  $-0,76$  D (range da  $-2,875$  D a  $+0,125$  D)
- Astigmatismo
  - $\leq 1,50$  D



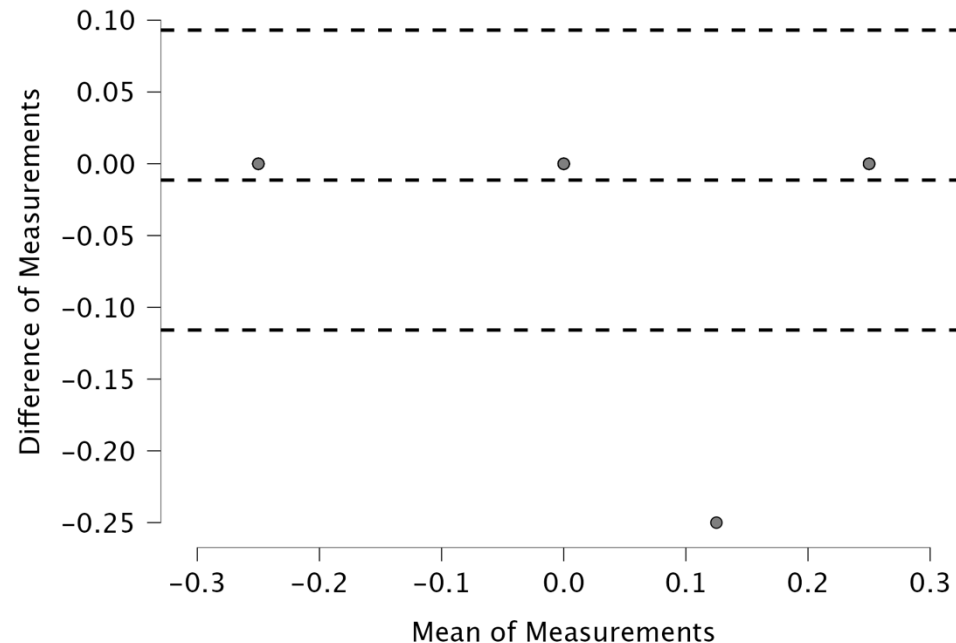
## Analisi dei risultati: confronto con il monoculare

Sono state calcolate le differenze tra il risultato della refrazione bilanciata e il valore dalla refrazione monoculare:

- Nel caso in cui non ci fossero state variazioni, la differenza sarebbe stata nulla.
- Se fosse stato aggiunto un potere positivo nell'occhio destro, il risultato sarebbe stato un numero positivo.
- Se fosse stato aggiunto un potere positivo nell'occhio sinistro, il risultato sarebbe stato un numero negativo.

Aggiunta su OD (D)	Aggiunta su OS (D)	Delta (D)
0	0	0
+0,25	0	+0,25
0	+0,25	-0,25

## Ripetibilità test di bilanciamento polarizzato

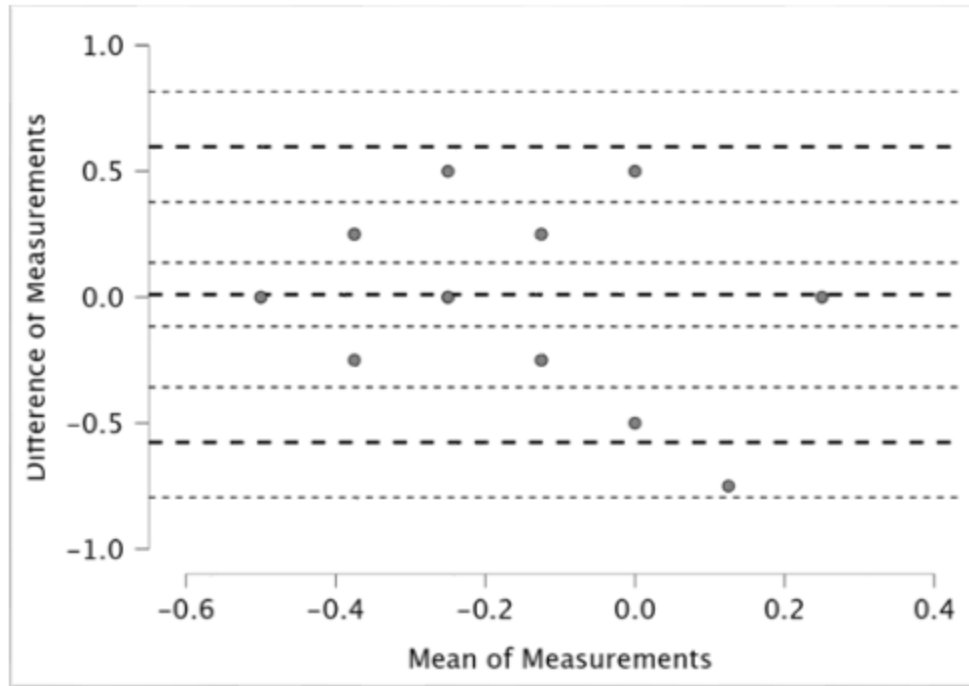


*Grafico di Bland-Altman fra 1° e 2° somministrazione: i confronti fra le altre coppie di test sono analoghi.*

Bias & Limiti (D)	Pol 1 - Pol 2	Pol 2 - Pol 3	Pol 1 - Pol 3
Differenza media + 1.96 SD	+ 0,093	+ 0,148	+ 0,138
Differenza media	- 0,011	- 0,045	- 0,034
Differenza media - 1.96 SD	- 0,116	- 0,239	- 0,206
Intervallo di concordanza	± 0,105	± 0,194	± 0,172

Non c'è bias,  
intervallo di concordanza molto stretto.

## Ripetibilità test di bilanciamento prismatico

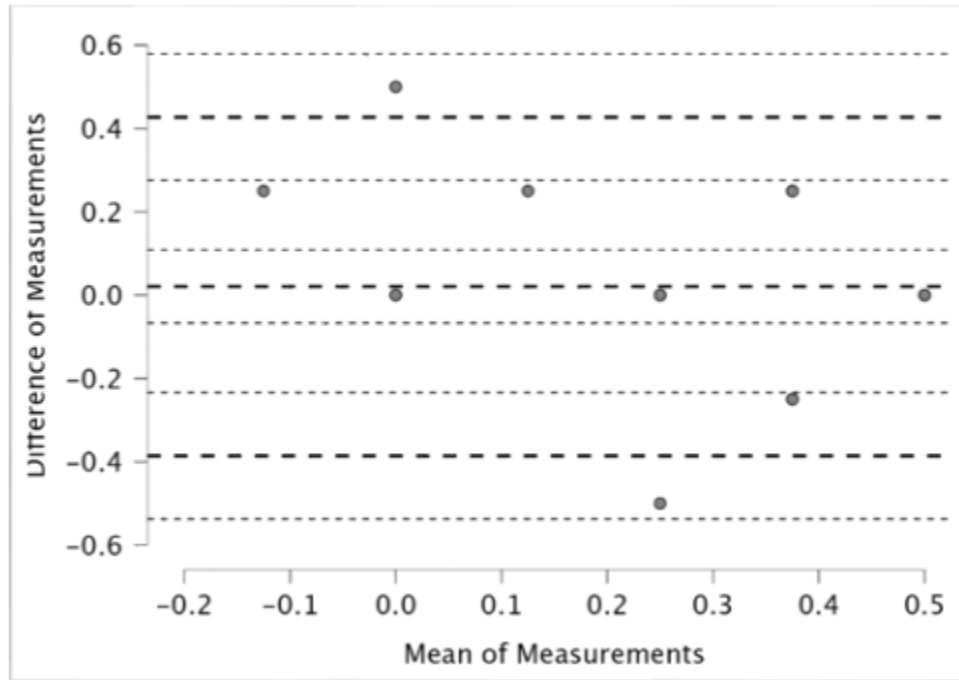


*Grafico di Bland-Altman fra 1° e 2° somministrazione: i confronti fra le altre coppie di test sono analoghi.*

Bias & Limiti (D)	prisma 1 - prisma 2	prisma 2 - prisma 3	prisma 1 - prisma 3
Differenza media + 1.96 SD	+ 0,597	+ 0,597	+ 0,665
Differenza media	+ 0,01	+ 0,076	+ 0,098
Differenza media - 1.96 SD	- 0,576	- 0,445	- 0,469
Intervallo di concordanza	± 0,587	± 0,521	± 0,567

Non c'è bias, ma l'intervallo di concordanza troppo ampio

## Ripetibilità test di bilanciamento rosso/verde



*Grafico di Bland-Altman fra 1° e 2° somministrazione: i confronti fra le altre coppie di test sono analoghi.*

Bias & Limiti (D)	R/V 1 - R/V 2	R/V 2 - R/V 3	R/V 1 - R/V 3
Differenza media + 1.96 SD	+ 0,427	+ 0,432	+ 0,425
Differenza media	+ 0,021	+ 0,033	+ 0,043
Differenza media - 1.96 SD	- 0,386	- 0,367	- 0,338
Intervallo di concordanza	± 0,406	± 0,400	± 0,382

Non c'è bias, ma l'intervallo di concordanza anche in questo caso è troppo ampio.

## Coefficiente di correlazione intraclasse

Test	ICC	Lower 95% CI	Upper 95% CI
polarizzato	0,91	0,834	0,957
prisma	0,356	0,109	0,609
R/V	0,626	0,409	0,799

Note. 24 subjects and 3 raters/measurements. ICC type as referenced by Shrout & Fleiss (1979).

## Confronto fra i vari test

Più positivo a sinistra

Bias & Limiti (D)	mono - polarizzato	mono - prisma	mono - R/V
Differenza media + 1.96 SD	+ 0,44	+ 0,36	+ 0,76
Differenza media	0,05 ✓	- 0,20	+ 0,25
Differenza media - 1.96 SD	-0,34	- 0,76	- 0,76
Intervallo di concordanza	± 0,39	± 0,56	± 0,51

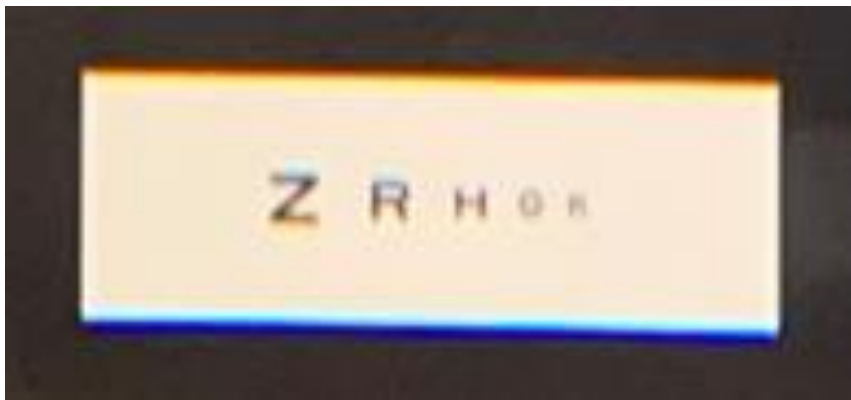
*Confronto fra 1° e 2° somministrazione:  
i confronti fra le altre coppie di test sono analoghi.*

Più positivo a destra

## Discussione

- La letteratura non riporta dati di ripetibilità sui singoli test, ma mostra una elevata intercambiabilità fra i test (Mathebula, 2001; Tahmina & Muhammad, 2016).
- Il test polarizzato ha restituito valori di ripetibilità in linea con quelli della letteratura.
- I test con sdoppiamento prismatico e con filtri R/V si sono dimostrati meno affidabili e meno ripetibili.
- Per garantire che le immagini percepite dagli occhi siano confrontabili, è necessario che siano identiche.
- Tuttavia, questa condizione non è rispettata in due dei test che abbiamo utilizzato.

## Test prismatico: dispersione cromatica



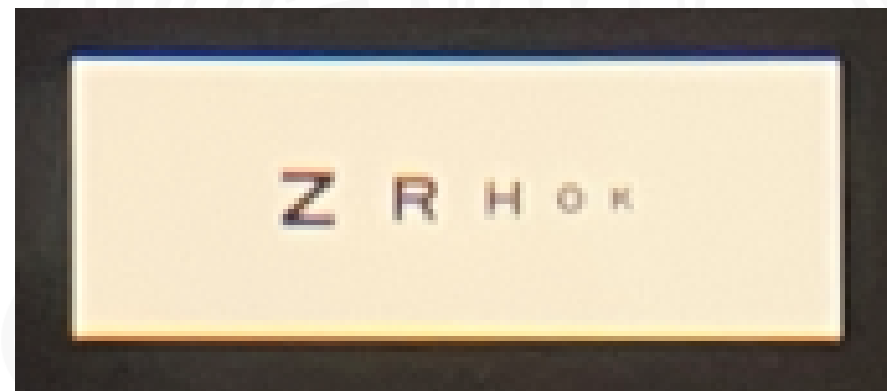
6 $\Delta$  BU



3 $\Delta$  BU



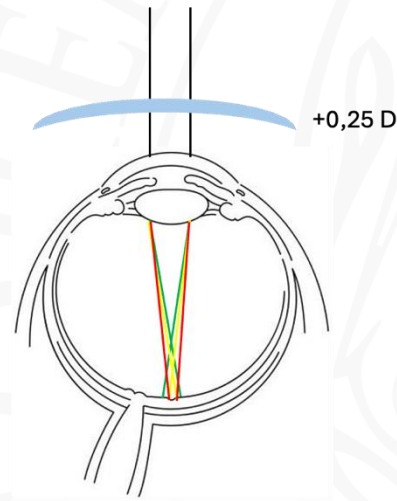
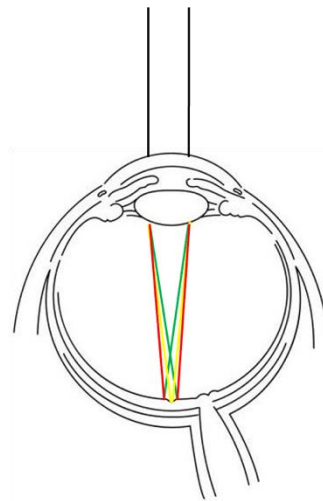
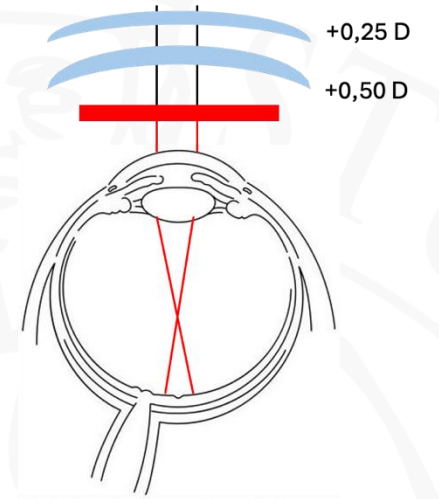
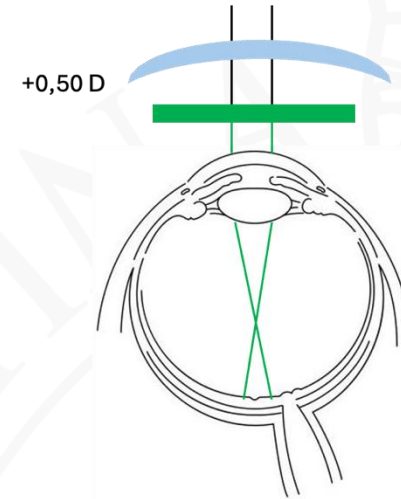
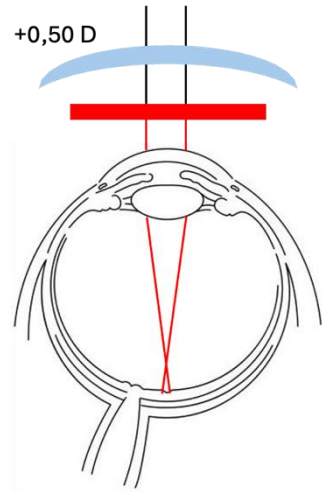
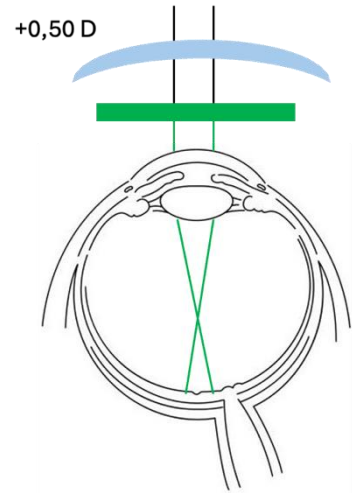
3 $\Delta$  BD



## Test anaglifico: aberrazione cromatica

Si considera emmetropia la condizione di migliore messa a fuoco per la lunghezza d'onda di 570 nm (che appare giallo). In un occhio emmetrope, oppure emmetropizzato, le lunghezze d'onda di 535 nm (che appare verde) e di 620 nm (che appare rossa) sono fuori fuoco rispetto ai 570 nm di circa 0,25 D rispettivamente una prima e l'altra oltre la retina.





## Conclusione

- In letteratura lo sdoppiamento prismatico viene sempre eseguito con due prismi da  $3 \Delta$ , anche se nei forotteri la lente accessoria di dissociazione è solo sul destro.
- Nessuno studio riporta il test di bilanciamento con sdoppiamento R/V.
- I test con sdoppiamento prismatico e R/V da noi utilizzati si sono dimostrati meno affidabili e meno ripetibili rispetto a quelli riportati in letteratura

(West 1983; Mathebula 2001; Momeni-Moghaddam & Goss 2014; Tahmina & Muhammad 2016)

## Conclusione

- Quando possibile, il test polarizzato appare più affidabile e ripetibile. Tuttavia, non tutti i sistemi di presentazione degli ottotipi hanno la possibilità di polarizzare la mira.
- Per migliorare il test con sdoppiamento prismatico, è sufficiente utilizzare due prismi da  $3 \Delta$ , quindi sarebbe utile che nei forotteri questi fossero previsti di default, invece del solo prisma  $6 \Delta$  sull'occhio destro.
- Il test di bilanciamento con i filtri anaglifici è invece concettualmente errato e non dovrebbe essere utilizzato.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

IRSOO

ISTITUTO DI RICERCA  
E DI STUDI IN OTTICA  
E OPTOMETRIA - VINCI

# Grazie per l'attenzione!

**Laura Boccardo, Alessia Montecalvo, Nicole Oddo, Luciano Parenti**