

# REFRAZIONE: I SOGGETTI SONO SENSIBILI A INCREMENTI INFERIORI A UN QUARTO DI DIOTTRIA!

Tradizionalmente, nell'industria delle lenti oftalmiche, le correzioni ottiche sono state proposte con incrementi non inferiori a 0.25 D. Tuttavia, i soggetti sono spesso sensibili a variazioni diottriche inferiori. Uno studio condotto da Essilor International, presso il suo Centro di Ricerca e Sviluppo di Singapore, ha dimostrato con un campione rappresentativo di individui che il 95% delle persone è sensibile a cambiamenti diottrici inferiori a 0.25 D e che il 44% è in grado di percepire tra variazioni inferiori a 0.125 D. Questo articolo presenta i risultati dello studio e dimostra come la sensibilità di un soggetto possa influire sulla precisione del risultato della refrazione. Esplora, inoltre, anche le prospettive offerte dalle nuove tecniche di refrazione soggettiva ad alta precisione e dalle lenti oftalmiche ad esse associate.



**Gildas Marin**  
Responsabile Ricerca e Sviluppo  
Dipartimento di Ricerca e Sviluppo  
Scienze della Visione  
(R&D Research Manager  
Vision Sciences R&D Department)  
Essilor International

Dottore di Ricerca (PhD), studioso esperto della visione presso l'Essilor Center of Innovation & Technology Europe, Gildas Marin è membro del team di R&S di Essilor International per le scienze della visione, con sede a Parigi, in Francia. Gildas si è laureato presso l'Institut of Optics Graduate School. Ha completato la propria formazione con una tesi di dottorato nel 1997 presso l'Institut of Optics con l'Ospedale Pitié-Salpêtrière (Parigi) in diagnostica per immagini. I suoi principali temi di ricerca sono i modelli della della visione, la simulazione di effetti ottici e le performance visive; in particolare, ha studiato l'impatto delle aberrazioni ottiche sulla visione. Più di recente, ha lavorato al miglioramento delle metodologie di refrazione. Dal 2015 dirige un programma di ricerca sullo sviluppo e la validazione di algoritmi e metodi di refrazione accurati implementati nell'offerta Vision-R800 e AVA.



**Dominique Meslin**  
Direttore Soluzioni di refrazione  
Divisione Strumenti  
Essilor International

Formatosi in Francia come ottico e optometrista, Dominique ha trascorso la maggior parte della propria carriera in Essilor. Ha iniziato nel settore Ricerca e Sviluppo, dove ha lavorato a studi di ottica fisiologica, per poi ricoprire diverse posizioni di marketing e comunicazione per Essilor International in Francia e negli Stati Uniti. Dominique è stato direttore di Essilor Academy Europe per oltre 10 anni e successivamente è stato responsabile delle Relazioni Professionali per Essilor Europe. Attualmente, è responsabile delle nuove Soluzioni di Refrazione per la Divisione Strumenti (Instruments Division) di Essilor International. Nel corso della sua carriera, Dominique ha condotto numerosi seminari di formazione per optometristi. È anche autore di diversi articoli scientifici e di molte pubblicazioni tecniche di Essilor, tra cui la serie "Fascicoli di ottica oftalmica".

Da oltre un secolo ormai, le prescrizioni di occhiali e di lenti a contatto viene formulata con incrementi di 0.25 D. Tale limitazione esiste poiché gli occhialini di prova, i forotteri manuali e i forotteri automatici utilizzano tutti lenti con incrementi di 0.25 D. Inoltre, questi strumenti di refrazione soggettiva consentono solo di variare separatamente i poteri di sfera, cilindro e asse.

Oggi, con l'avvento dei forotteri che consentono variazioni di potere continue con incrementi di 0.01 D e 0.1 gradi e permettono di lavorare su sfero, cilindro e asse simultaneamente, è possibile determinare una rifrazione soggettiva con maggiore precisione e quindi avvicinarsi molto più alla reale sensibilità diottrica dei soggetti in esame. A tal fine sono stati sviluppati algoritmi semiautomatizzati che utilizzano metodi psicometrici combinati con la tecnologia di refrazione vettoriale<sup>(1)</sup>, e in studi volti a convalidare queste nuove tecniche di refrazione sono state effettuate misurazioni della sensibilità diottrica dei soggetti<sup>(2)</sup>. Le seguenti sezioni presentano i risultati di queste misurazioni e ne discutono le implicazioni per il futuro.

## PAROLE CHIAVE:

Variazioni diottriche; Variazioni diottriche minime; Nuove tecniche di rifrazione; Strumenti di rifrazione soggettiva; Digital Infinite Refraction™; forottero Vision-R 800; Algoritmi di refrazione; Refrazione soggettiva; Sensibilità diottrica

## Misurazioni della sensibilità diottrica nei soggetti durante gli esami della rifrazione

Lo studio ha comportato la misurazione della sensibilità diottrica in un campione rappresentativo di 146 soggetti ametropi durante gli esami di refrazione soggettiva. Questi sono stati eseguiti utilizzando il forottero Vision-R 800 di Essilor Instruments – che permette variazioni di potere continue – e algoritmi semiautomatizzati progettati per determinare la refrazione. La loro età media era di 35 anni +/-13 (da 19 a 66), e la loro ametropia media era di -2.55 D +/-2.00 D (da -6.25 D a +2.63 D).

La sensibilità diottrica è stata definita come la minima differenza diottrica a cui un portatore è sensibile. Viene valutata con una curva di distribuzione di probabilità di risposte del soggetto, utilizzando la metà della distanza che separa i valori diottrici corrispondenti ai due punti di probabilità di -50% e +50% (Fig 1). Questi due punti rappresentano un'area di insensibilità in cui la persona non può scegliere facilmente tra un'opzione e l'altra. L'intervallo che li separa, rappresenta una buona valutazione della sensibilità diottrica. Il valore diottrico prescritto, corrispondente ad una probabilità zero, rappresenta il valore più probabile della "soglia diottrica", che viene stabilito per ciascuna delle componenti della rifrazione.

Le misurazioni sono state effettuate per i vari test tradizionali utilizzati durante un esame refrattivo:

- determinazione del potere sferico utilizzando gli ottotipi (lettere) o il test bicromatico,
- determinazione del potere e dell'asse del cilindro (convertito in un valore diottrico) con il metodo dei cilindri crociati di Jackson,
- determinazione dell'equilibrio binoculare confrontando l'occhio destro e quello sinistro con un test costituito da linee di lettere dissociate con filtri polarizzati.

I risultati sono mostrati in Figura 2 e rappresentati per ogni test di refrazione dalla distribuzione della

percentuale di soggetti sensibili a valori inferiori a 0.125 D, 0.25 D e 0.375 D, rispettivamente, e anche superiori a 0.375 D. Queste le osservazioni:

- La sensibilità diottrica nei soggetti è risultata variare significativamente a seconda del test utilizzato e della componente refrattiva ricercata. I test utilizzati possono quindi influire notevolmente sul risultato.
- La sensibilità del soggetto è risultata più bassa con i test che utilizzano gli ottotipi (lettere) nella valutazione del potere sferico: solo il 31% ha registrato una sensibilità diottrica inferiore a 0.25 D. Questo risultato è particolarmente interessante perché, se da un lato gli ottotipi sono i test più comunemente utilizzati per determinare la sfera nella maggior parte degli esami della refrazione, dall'altro sembrano anche essere i meno precisi. La sensibilità del portatore è risultata più alta con il test bicromatico: il 72% dei soggetti è risultato sensibile a variazioni diottriche inferiori a 0.125 D. Il test bicromatico si è quindi dimostrato il più preciso per la regolazione del valore sferico.
- Almeno il 56% dei soggetti è risultato sensibile a variazioni di potere del cilindro inferiori a 0,125 D. Analogamente, il 53% dei soggetti è risultato sensibile all'effetto diottrico della alla variazione dell'asse (cioè la traduzione diottrica delle variazioni dell'asse del cilindro) in incrementi inferiori a 0.125 D. I soggetti sono quindi risultati sensibili a variazioni molto più esigue del potere di asse e cilindro rispetto agli incrementi di 0.25 D tradizionalmente utilizzati.
- In sede di determinazione dell'equilibrio binoculare, il 42% dei soggetti ha potuto percepire differenze inferiori a 0.125 D, un dato che corrisponde all'osservazione comune dell'inversione della preferenza di un occhio rispetto all'altro in sede di introduzione di un potere positivo di +0.25 D in un occhio. (Ciò rende necessario mantenere l'equilibrio delle correzioni dando la preferenza all'occhio dominante se non è possibile mantenere l'esatto equilibrio binoculare). I portatori sono quindi spesso risultati sensibili a variazioni diottriche inferiori nelle differenze di correzione tra l'occhio destro e quello sinistro rispetto agli incrementi di 0.25 D generalmente proposti.

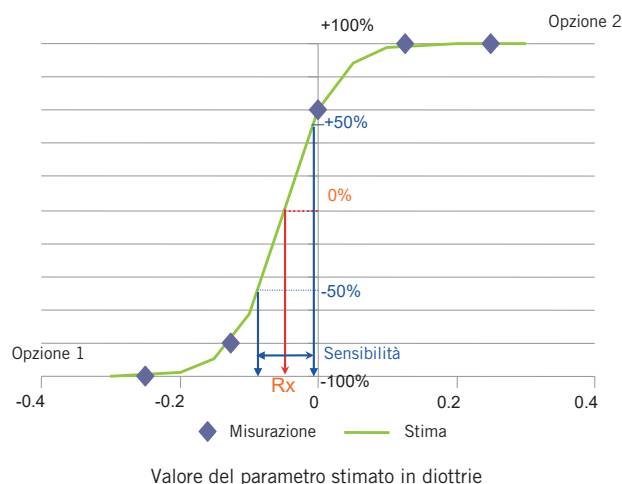


Figura 1: Misurazioni della sensibilità diottrica nei soggetti.

La sensibilità di ogni soggetto viene valutata utilizzando una curva di distribuzione delle risposte del soggetto in funzione al livello diottrico presentato. Questa curva rappresenta la probabilità della risposta del soggetto per ogni scelta possibile tra 1 o 2.

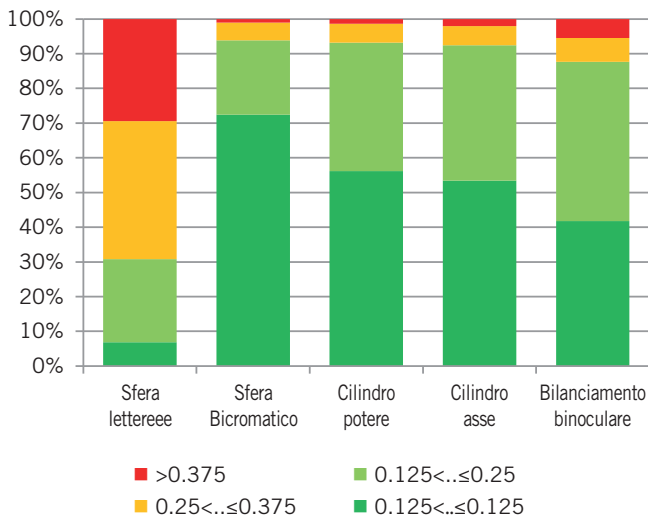


Fig 2: Distribuzione della sensibilità diottrica dei portatori per differenti test refrattivi

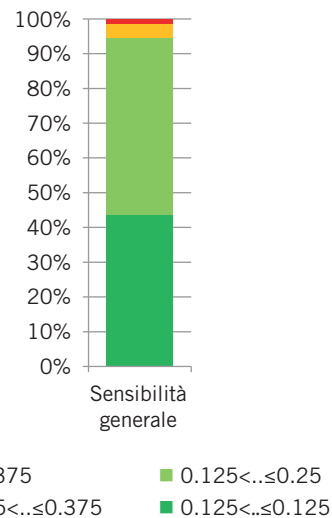


Fig 3: Media generale della sensibilità diottrica dei portatori

Sulla base delle misurazioni effettuate, è stato possibile determinare un coefficiente di sensibilità diottrica globale per ogni soggetto, utilizzando una media delle loro sensibilità per ciascuna delle prove: sfera, cilindro, asse ed equilibrio binoculare. Se combiniamo questi risultati, appare chiaro che **il 95% dei soggetti era sensibile ad incrementi diottrici inferiori a 0,25 D e che il 44% di essi era sensibile ad incrementi inferiori a 0.125 D** (Figura 3).

## Discussione e prospettive

I risultati di queste misurazioni suggeriscono quanto segue:

### ***Gli strumenti di refrazione tradizionali limitano la precisione nella refrazione soggettiva***

Utilizzando lenti che variano con incrementi di 0.25 D, gli strumenti tradizionali utilizzati nella refrazione soggettiva sono per natura insufficientemente precisi rispetto alla effettiva sensibilità diottrica del soggetto.

Oggi, nuove e più precise tecnologie ottiche combinate con algoritmi di refrazione semiautomatizzati permettono di migliorare la precisione nella determinazione della refrazione soggettiva. Ciò significa che la sensibilità del soggetto – e non gli strumenti utilizzati per la misurazione – può essere il principale fattore limitante della precisione di refrazione.

### ***I test di refrazione utilizzati influiscono sul risultato***

Le misurazioni effettuate hanno mostrato che la sensibilità del portatore variava da un test optometrico all'altro. La precisione con cui vengono valutati le componenti della refrazione può quindi variare anche significativamente. Tuttavia, ogni optometrista esegue l'esame refrattivo con il proprio metodo e sono possibili diversi approcci nella presa misure. A seconda dell'optometrista, i risultati

della refrazione possono variare fino a  $\pm 0.50$  secondo le stime fornite in una serie di studi<sup>(3)</sup>.

Algoritmi di refrazione semiautomatizzati monitorati dagli optometristi offrono la possibilità di standardizzare i metodi di refrazione e di migliorare la riproducibilità dei risultati da un optometrista all'altro.

### ***La sensibilità diottrica nei soggetti: un nuovo parametro da considerare***

Spesso osserviamo che alcuni soggetti sono molto più sensibili alle variazioni di potere rispetto ad altri. La misurazione della sensibilità diottrica è dunque un approccio complementare alla refrazione.

Un parametro che quantifica la sensibilità diottrica di un soggetto può essere utilizzato, ad esempio, per i seguenti scopi:

- Regolare gli incrementi di variazione dei poteri del forottero durante il processo di refrazione stesso, utilizzando incrementi più piccoli se il soggetto è sensibile ad essi e più grandi se non lo è,
- Scegliere il tipo di lenti correttive da proporre al portatore, con incrementi di 0.25 D o 0.01 D, a seconda della sua sensibilità
- Integrare, nella progettazione della lente un nuovo parametro personalizzato associato alla sensibilità diottrica del soggetto.

La misurazione della sensibilità diottrica nei portatori apre chiaramente un nuovo campo di indagine.

### ***Incrementi di 0.01 D sono necessari per una maggiore precisione della sensibilità del soggetto***

Se vogliamo avvicinarci il più possibile alla effettiva sensibilità diottrica di un soggetto, dobbiamo essere in grado di controllare con precisione i poteri che gli vengono presentati.

Anche se i soggetti non sono ovviamente sensibili a variazioni di potere di 0.01 D, la possibilità di modificare i poteri di un valore di 0.01 D, durante un esame refrattivo, rimane utile per determinare la reale sensibilità del portatore, che spesso è vicina a 0.10 D o anche meno.

### ***Il Digital Surfacing rende possibile la produzione di lenti con incrementi di 0.01 D***

Messo a punto più di 10 anni fa, il Digital Surfacing (costruzione digitalizzata) può essere utilizzato per produrre lenti oftalmiche con correzioni di alta precisione. In precedenza, poiché la rifrazione poteva essere determinata solo con incrementi di 0.25 D, questa tecnologia non poteva essere utilizzata per realizzare lenti con incrementi più piccoli.

Tuttavia oggi, con l'avvento dei forotteri soggettivi in grado di determinare l'esatta rifrazione di un soggetto attraverso variazioni di potere continue, è possibile mettere a punto una nuova categoria di lenti calcolate sulla base della rifrazione determinata con incrementi di 0.01 D. Le prestazioni superiori dei sistemi di progettazione e di calcolo possono quindi ora essere sfruttate appieno per calcolare l'esatto potere della prescrizione. Lenti di questo tipo, che possono offrire ai soggetti una correzione più vicina alla loro esatta ametropia e ora sono disponibili sul mercato.

### **Conclusione**

Sebbene l'incremento di 0.25 D sia stato a lungo considerato la più piccola precisione possibile sia per la correzione che per gli strumenti ottici, le misurazioni hanno dimostrato che la maggior parte dei soggetti è sensibile a variazioni inferiori. I miglioramenti nelle tecniche di rifrazione soggettiva da un lato, e nella progettazione e produzione di lenti dall'altro, ci permettono ora di ottenere una maggiore precisione nella correzione ottica. Quest'ultima può essere integrata con incrementi di 0.01 D nel calcolo e nella produzione delle lenti

nell'intento di riflettere il più possibile la sensibilità del portatore. I progressi in ambito tecnologico ci consentono dunque di migliorare la precisione lungo l'intera catena di correzione ottica e di offrire ai portatori correzioni ancora più accurate.



### **MESSAGGI CHIAVE**

- La rifrazione è stata tradizionalmente eseguita utilizzando dei forotteri soggettivi dotati di lenti che variano con incrementi di 0.25 D. Tuttavia, i soggetti sono molto spesso sensibili a variazioni diottriche inferiori.
- Le misurazioni della sensibilità diottrica in un campione di soggetti hanno mostrato che il 95% è sensibile alle variazioni diottriche al di sotto di 0.25 D e che il 44% è in grado di distinguere tra variazioni inferiori a 0.125 D.
- Una nuova generazione di forotteri, che consente variazioni di potere continue, permette all'optometrista di variare il potere con incrementi di 0.01 D. Gli algoritmi di rifrazione ad essi associati permettono di avvicinarsi molto più all'effettiva sensibilità diottrica del portatore.
- La rifrazione può ora essere determinata con incrementi di 0,01 D, e le lenti possono essere prodotte utilizzando la tecnologia del Digital Surfacing nell'intento di offrire ai soggetti una correzione ottica altamente accurata.

### **BIBLIOGRAFIA**

- (1) Longo A., Meslin D., "A new approach to subjective refraction", Point de Vue, <https://www.pointsdevue.com/article/new-approach-subjective-refraction-0> (May 2020)
- (2) Joret P., W.S. Ong, M. Hernandez, Marin G., Validation of a new subjective refraction methodology. Vision and Physiological Optics conference, Athens (2018).
- (3) Woog K., Pichereau L., Péan V., Gatinel D., Répétabilité intra-examineurs et reproductibilité inter-examineurs d'une réfraction subjective, *Réalités Ophtalmologiques*, n° 264, pp 48-54 (2019).