

UN NUOVO APPROCCIO ALLA REFRAZIONE SOGGETTIVA

L'avvento dei forotteri che permettono variazioni di potere continue ha reso possibili nuove tecniche di refrazione soggettiva. Una di queste consiste nel determinare la refrazione del soggetto utilizzando algoritmi semiautomatizzati che cambiano simultaneamente sfera, cilindro e asse con incrementi di dimensione variabile*. Questo articolo fornisce una panoramica dei principi generali di questa tecnica e mostra come essa possa sia facilitare la determinazione della refrazione, sia raggiungere risultati più precisi.



Adèle Longo

Responsabile della Ricerca
Divisione Strumenti
(Research Manager Instruments Division)
Essilor International

Adèle Longo ha ottenuto la certificazione in optometria dopo aver completato un programma di studi presso l'Institut des Sciences de la Vision a Saint Etienne, in Francia. Nel 2011 è entrata a far parte del reparto Ricerca e Sviluppo di Essilor, dove ha lavorato nel centro di ricerca sull'ipovisione dell'Institut de la Vision, a Parigi, con l'obiettivo di migliorare le valutazioni funzionali dei pazienti ipovedenti. Attualmente, lavora presso Essilor Instruments in qualità di direttrice di un team di ricerca in optometria e consulente per i centri per ipovedenti e gli istituti di formazione.



Dominique Meslin

Direttore Soluzioni di refrazione
Divisione Strumenti
(Refraction Solutions Director
Instruments Division)
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. Ora è responsabile delle nuove Soluzioni di Refrazione per la Divisione Strumenti 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".

Le tecniche di refrazione soggettiva, oggi utilizzate dalla maggior parte degli optometristi, risalgono agli inizi del XX secolo e da allora non hanno avuto grandi sviluppi. La tecnica del cilindro crociato per la determinazione del astigmatismo fu proposta dall'oftalmologo americano Edward Jackson nel 1907, mentre la tecnica "dell'annebbiamento" deriva da un lavoro pubblicato dal medico inglese William Swaine nel 1925, sul rapporto tra sfuocamento e acuità visiva.⁽¹⁾ All'optometrista è solo stato agevolato il modo di utilizzare le lenti durante l'esame. L'occhialino di prova, utilizzato fin dal XVIII secolo, ha lasciato il posto al forottero manuale intorno al 1930, a sua volta poi sostituito dal forottero automatico poco prima dell'inizio del XXI secolo. Oggi, la refrazione consiste troppo spesso in una semplice verifica soggettiva della formula di refrazione oggettiva ottenuta dall'auto-refrattometro utilizzando lenti con incrementi non inferiori a 0.25 D – gli stessi incrementi che sono stati utilizzati negli ultimi 150 anni.

Sebbene i forotteri tradizionali siano utili per determinare le tre componenti refrattive (potere della sfera, potere e asse del cilindro), impongono una limitazione: queste componenti devono essere determinate separatamente, e non è possibile eseguire un'azione simultanea e istantanea che le coinvolga tutte in uno stesso momento, nonostante siano interconnesse. Viene così limitato il modo in cui si possono ottenere misurazioni accurate della refrazione.

Tuttavia, i recenti progressi dell'ottica strumentale e della tecnologia optoelettronica hanno reso possibile la creazione di sistemi in grado di variare i poteri con incrementi molto più piccoli, rendendo il passaggio da un potere all'altro estremamente agevole per il portatore. È stato sviluppato un modulo ottico composto da una lente sferica flessibile e due lenti cilindriche rotanti controllate da micromotori (Figura 1).

PAROLE CHIAVE:

Refrazione soggettiva, Digital Infinite refraction™, spazio diottrico, AVA™

* Questo nuovo approccio alla refrazione è offerto dal forottero Vision-R 800 di Essilor e integrato nel concetto AVA™ (Advanced Vision Accuracy) ad esso associato.

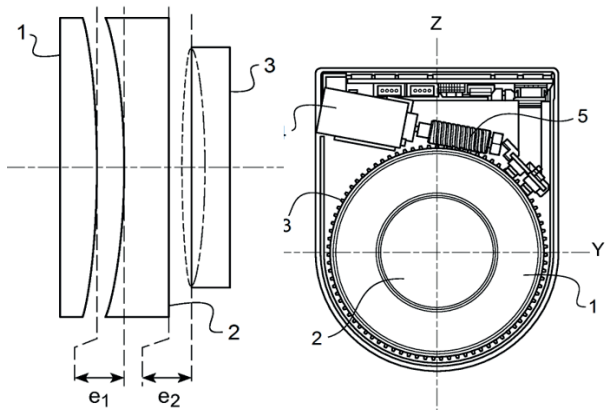


Figura 1: Modulo ottico con variazioni di potere continue

Può generare poteri di sfera da -20.00 D a +20.00 D in incrementi di 0.01 D, poteri del cilindro fino a 8.00 D in incrementi di 0.01 D e orientamenti dell'asse del cilindro da 0° a 180° in incrementi di 0.1°.

La sfera, il cilindro e l'asse possono essere modificati contemporaneamente, consentendo l'accesso istantaneo a qualsiasi formula refrattiva. Questa caratteristica migliora significativamente la tecnica di refrazione, rendendola più efficiente e più precisa.

Refrazione tradizionale: un approccio indiretto

La tecnica di refrazione tradizionale è costituita da quattro fasi successive:

1. determinazione del potere della sfera;
2. determinazione dell'asse del cilindro;
3. determinazione del potere del cilindro; e
4. bilanciamento della sfera.

Questo metodo è insegnato e praticato in tutto il mondo, ed è stato trattato in molte pubblicazioni⁽²⁾. Ogni refrazione è tradizionalmente espressa con riferimento alle sue tre componenti, denominate "coordinate polari": potere della sfera, potere del cilindro e asse del cilindro (le prime due sono espresse in diottrie e la terza in gradi). Per una maggiore coerenza, qualsiasi correzione ottica

può essere formulata anche con riferimento a tre componenti diottriche:

1. il potere sferico equivalente (potere della sfera più metà del potere del cilindro);
2. la componente orizzontale del cilindro secondo l'asse a 0° (J0°); e
3. la componente obliqua del cilindro secondo l'asse a 45° (J45°).

Queste tre componenti della refrazione, o "coordinate cartesiane", sono tutte espresse in diottrie. La conoscenza delle componenti J0° e J45° permette di determinare il potere e l'asse del cilindro. Qualsiasi valore di refrazione può quindi essere rappresentato tracciandone le tre coordinate in un sistema di riferimento tridimensionale ortogonale standardizzato chiamato "Spazio Diottrico"⁽³⁾. Le variazioni della refrazione possono poi essere seguite nel corso dell'esame. Si comprende subito che il modo tradizionale di determinazione della refrazione è piuttosto indiretto (Figura 2). Comporta la rilevazione delle varie componenti in diverse direzioni e comprende diverse regressioni. Quattro sono i passaggi:

- A partire dalla refrazione oggettiva misurata con un auto-refrattometro o dalla precedente prescrizione in uso misurata con un frontofocometro, viene introdotto un potere positivo arbitrario (+1.50 D nell'esempio) per annebbiare significativamente la visione del soggetto. Questo potere viene gradualmente ridotto con un decremento di 0.25 D fino ad ottenere il potere finale della sfera (1).
- L'asse del cilindro viene ricercato attraverso regolazioni successive (utilizzando la tecnica del cilindro crociato Jackson, per esempio) fino a quando il soggetto non indica che è necessario invertire la direzione di rotazione (2).
- Il potere del cilindro viene determinato mediante variazioni progressive del suo valore fino a quando il portatore non lo trova troppo elevato (3).
- La sfera viene corretta di +0.25 D dopo ogni variazione del cilindro di -0.50 D per mantenere costante il potere sferico equivalente (4).

Diviene chiaro che l'esame della refrazione tradizionale assomiglia a una ricerca costantemente interrotta che va in differenti direzioni.



In pratica, la refrazione può essere determinata inizialmente utilizzando gli algoritmi disponibili nel forottero, rendendo il risultato meno dipendente dalla tecnica utilizzata e dall'esperienza del professionista.

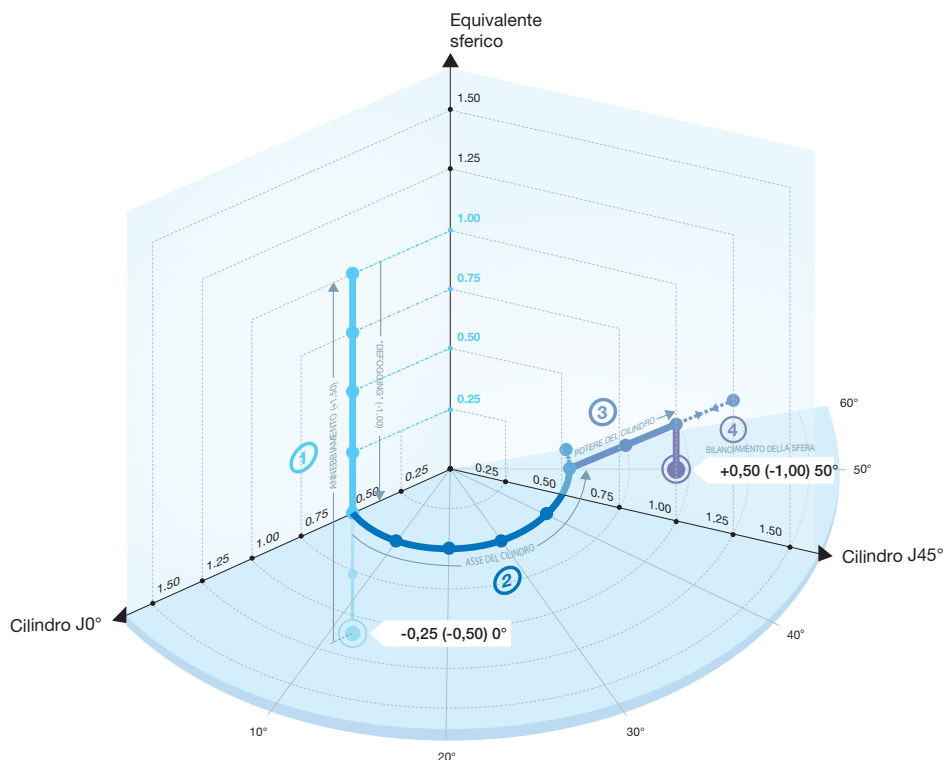


Fig 2: Refrazione tradizionale: approccio indiretto

Digital Infinite Refraction™: un approccio più diretto e preciso

Un modulo ottico che permette continue variazioni di potere consente di regolare simultaneamente sfera, asse e cilindro, rendendo possibile la determinazione della refrazione del portatore con un approccio più diretto. Una serie di test, che utilizzano algoritmi semiautomatizzati in cui vengono registrate le risposte successive del soggetto, consentono all'optometrista di determinare rapidamente la refrazione e di ottenere risultati più precisi. L'esame Digital Infinite Refraction™ procede come descritto di seguito.

Determinazione della soglia della sfera equivalente

In primo luogo, viene utilizzato un nuovo tipo di tecnica di annebbiamento per favorire un rilassamento della risposta accomodativa del portatore. Sono coinvolti due algoritmi semiautomatizzati, uno che definisce il livello di sfuocamento per la visione della persona e l'altro che effettua un rapido "defogging" (riduzione dello sfuocamento) in tre fasi. A differenza della tecnica tradizionale, che consiste nell'anteporre velocemente un potere positivo davanti all'occhio del soggetto e misurarne gli effetti sull'acuità visiva, l'algoritmo dell'annebbiamento fa l'opposto: definisce il livello di potere positivo necessario per annebbiare la visione del soggetto a un determinato livello di acuità visiva preselezionato. A tale scopo, vengono utilizzati specifici ottotipi "fantasma" o cosiddetti Vanish (lettere nere con bordi bianchi su sfondo grigio) che si

fondono con lo sfondo dell'immagine e scompaiono quando si raggiunge il livello di offuscamento desiderato.

Il "defogging" viene poi effettuato utilizzando un algoritmo che ne calcola gli incrementi necessari per diversi livelli di acuità visiva selezionati, a seconda delle risposte del soggetto e della relazione nota tra l'acuità visiva e il livello di offuscamento diottrico. Questa tecnica sfrutta la funzione di continuità del modulo ottico, con incrementi di "defogging" di diversa entità, calcolati con una precisione di 0.01 D. Il professionista può così determinare rapidamente e con precisione il valore finale della sfera, o in altre parole il potere positivo massimo che assicura al soggetto un'acuità di 1.0 (cioè 10/10, 6/6 o 20/20).

Successivamente, il valore del potere sferico può essere microregolato con un test bicromatico oppure con un test del cilindro crociato fisso, utilizzando un algoritmo specifico che cerca il valore esatto della soglia della sfera con un metodo psicometrico, e assicura al soggetto la massima acuità visiva.

Determinazione simultanea dell'asse del cilindro e del potere del cilindro con un potere sferico equivalente costante

Mentre con la tecnica di refrazione tradizionale il professionista deve determinare l'asse del cilindro e il suo potere separatamente, e poi regolare la sfera a seguito di tre passaggi, Digital Infinite Refraction™ utilizza un algoritmo che ricerca queste tre componenti in un'unica sequenza. Utilizza una tecnica di refrazione vettoriale in

cui il potere e l'asse del cilindro variano simultaneamente, mentre il valore di potere sferico equivalente è mantenuto costante con incrementi di 0.01 D. Per il professionista il metodo è simile alla determinazione del cilindro con la tecnica del cilindro crociato di Jackson. La differenza è che i valori di sfera, asse e cilindro variano simultaneamente man mano che le risposte del portatore vengono registrate, e il processo si arresta automaticamente una volta che l'astigmatismo è stato valutato con la precisione e l'affidabilità desiderate. Si tenga presente che non sono fisicamente presenti cilindri crociati nel forottero, ma che gli effetti ottici dei cilindri crociati vengono generati nel modulo ottico usando i calcoli congiuntamente alla correzione esistente. Questa tecnica ci permette di determinare il valore del cilindro in modo non solo più diretto e preciso, ma anche più indipendente dalla tecnica del professionista (Figura 3).

Determinazione dell'esatto equilibrio binoculare

Una volta determinate la refrazione di ogni occhio, le correzioni dell'occhio destro e sinistro devono essere bilanciate. La tecnica tradizionale consiste nell'annebbiare leggermente entrambi gli occhi (ad esempio, utilizzando due lenti +0.50 D), equilibrando la visione del soggetto mentre è offuscata, aggiungendo un potere positivo all'occhio che vede meglio e rimuovendo poi le lenti di annebbiamento che sono state introdotte. In alcuni casi non è possibile ottenere un perfetto equilibrio binoculare e si deve scegliere tra l'occhio sinistro e l'occhio destro, privilegiando solitamente l'occhio dominante.

Digital Infinite Refraction™ utilizza un principio simile, ad eccezione del fatto che l'equilibrio binoculare viene ottenuto con un algoritmo semiautomatizzato e quindi determinato con un'approssimazione di 0.01 D, sulla base di un calcolo effettuato una volta che tutte le risposte del soggetto sono state integrate.

Il professionista inserisce le risposte e osserva le inversioni della preferenza del portatore per l'immagine vista dall'occhio destro e dall'occhio sinistro, fino a quando l'algoritmo si arresta.

Valutazione dell'addizione da vicino

Per determinare il potere dell'addizione da vicino, Digital Infinite Refraction™ si avvale di due algoritmi: uno permette di avvicinarsi al valore di addizione in assenza di un'addizione iniziale, e l'altro permette di microregolare l'addizione con il metodo del cilindro crociato fisso. Questi algoritmi permettono al professionista di prescrivere un'addizione per la visione da vicino al tempo stesso accurata e senza eccessi.

Un metodo psicometrico per misurare la refrazione

L'obiettivo di ogni test utilizzato nella Digital Infinite Refraction™ non è quello di misurare il valore ricercato – come l'uguaglianza rosso-verde nel test bicromatico o l'uguaglianza di sfocatura tra due posizioni di cilindri crociati – ma piuttosto di concentrarsi sul valore ricercato e generare inversioni delle risposte del soggetto. Viene

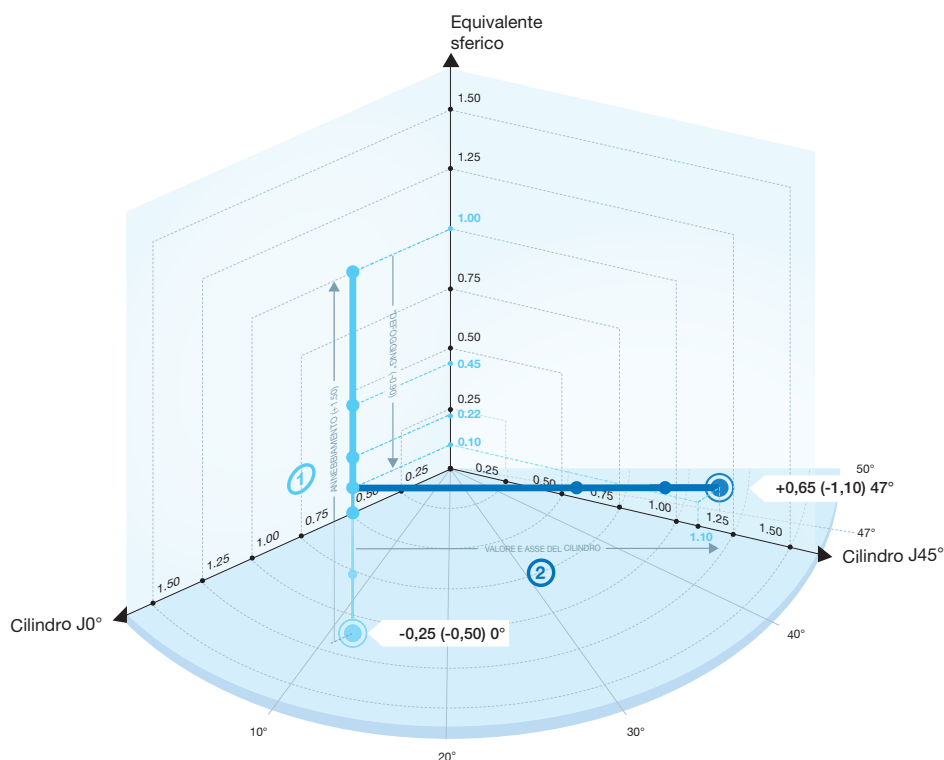


Fig 3: Digital Infinite Refraction™: un modo più accurato per determinare la refrazione finale

utilizzato un metodo psicometrico per determinare le soglie di refrazione e ogni valore ricercato viene calcolato statisticamente sulla base di tutte le risposte del soggetto⁽⁴⁾. Nel corso dell'esame della refrazione, viene valutata la sensibilità della persona alle variazioni diottriche e l'incremento della variazione viene adattato di conseguenza: viene ridotto se il soggetto è sensibile alle variazioni, e aumentato se non lo è. Il soggetto può così distinguere più facilmente le differenze e la refrazione può essere determinata con maggiore precisione.

Conclusione: Refrazione non significa prescrizione!

Gli sviluppi della tecnologia dei forotteri ci permettono, ora, di offrire algoritmi di ricerca della refrazione che rendono più automatizzata e oggettiva la misurazione della refrazione soggettiva del soggetto. Anche se queste tecniche possono certamente aiutare i professionisti nella loro pratica, non possono sostituire un professionista nella prescrizione di una correzione. In pratica, la refrazione può essere determinata inizialmente utilizzando gli algoritmi disponibili nel forottero, rendendo il risultato meno dipendente dalla tecnica utilizzata e dall'esperienza dell'optometrista. In una fase successiva, la prescrizione può essere stabilita su questa base, ovvero la refrazione trovata può essere mantenuta così com'è, oppure può essere modificata a seconda della precedente correzione del soggetto, delle sue esigenze visive, del modo in cui utilizzerà la sua correzione o del tipo di lenti o lenti a contatto che intende portare.

Gli sviluppi della tecnologia degli strumenti di refrazione possono dunque facilitare la pratica della refrazione soggettiva, contribuendo a renderla più accurata. Possono inoltre favorire un approccio collaborativo e una gestione più efficace delle correzioni ottiche dei portatori.



MESSAGGI CHIAVE

- È stata sviluppata una nuova generazione di forotteri soggettivi che permettono variazioni di potere continue: i poteri della sfera e del cilindro possono essere variati in incrementi di 0.01 D e l'asse del cilindro con incrementi di 0.1°. È possibile anche agire simultaneamente sfera, cilindro e asse.
- Sulla base di questa tecnologia è stato sviluppato un nuovo metodo di refrazione. A differenza della tecnica tradizionale, che prevede un approccio indiretto che regola la sfera, l'asse e il cilindro in successione, esso adotta un approccio diretto consentendo la regolazione simultanea di tutte e tre le variabili, col risultato di ottenere risultati più precisi.
- In questo processo di refrazione, i professionisti non misurano più i valori delle varie componenti refrattive (cioè sfera, cilindro, asse ed equilibrio binoculare), ma stimano statisticamente il valore di soglia di ciascuno di queste componenti utilizzando algoritmi semiautomatizzati.
- La refrazione può ora essere determinata con incrementi di 0.01 D e può essere prescritta l'esatta correzione dell'ametropia.

BIBLIOGRAFIA

1. Swaine W., "The relation of visual acuity and accommodation to ametropia", *Trans. Opt. Soc.*, vol. 27, no. 1 (1925).
2. Meslin D., "Réfraction Pratique", *Cahier d'Optique Oculaire*, Essilor Academy Europe, www.essiloracademy.eu (2008).
3. Touzeau O., Costantini E., Gaujoux T., Borderie V., Laroche L., "Réfraction moyenne et variation de réfraction calculées dans un espace dioptrique", *Journal français d'ophtalmologie*, 33, 659-669 (2010).
4. Marin G., Perrin J.L., Boutinon S. and Hernandez M., "A new subjective refraction methodology", *Vision and Physiological Optics conference*, Athens (2018).