ISSN 1973-5170

Associazione Italiana Ortottisti Assistenti in oftalmologia

Giornale Italiano di Ortottica

Volume 11 - anno 2019-2020

I PRISMI IN ORTOTTICA: GUIDA AL CORRETTO UTILIZZO

THE PRISMS IN ORTHOPTICS: GUIDE TO CORRECT USE

di Giuseppe Rao*, Gianni Zorzi*, *Ortottisti*

Introduzione

I prismi sono sicuramente tra i più utilizzati e preziosi strumenti presenti nella pratica quotidiana dell'Ortottista, sia per la loro utilità diagnostica che per i loro impieghi terapeutici e riabilitativi. Lo scopo di questo lavoro è comprendere meglio le proprietà ottiche e le caratteristiche dei prismi, in modo da adoperarli in maniera ottimale, limitando ogni possibile fonte di errore.

Definizioni, fisica ottica, unità di misura

In geometria solida, si definisce *prisma* (forma latinizzata del greco πρῖσμα, che significa "segato", inteso come solido che pare segato da ogni parte) il "poliedro avente per facce due poligoni uguali (basi) posti su piani paralleli, e un numero di parallelogrammi (facce laterali) uguale al numero dei lati delle basi". Il termine fu adoperato per la prima volta nell'XI libro degli "Elementi" di Euclide attorno al 300 a.C. [1]

I prismi, in fisica ottica, "sono dei mezzi trasparenti e omogenei delimitati da due superfici che si congiungono a formare un angolo solido detto spigolo o angolo rifrangente". [2]

In oftalmologia si fa riferimento al prisma *triangolare* (Fig. 1): esso possiede due facce uguali e parallele di forma triangolare e tre facce di forma rettangolare.

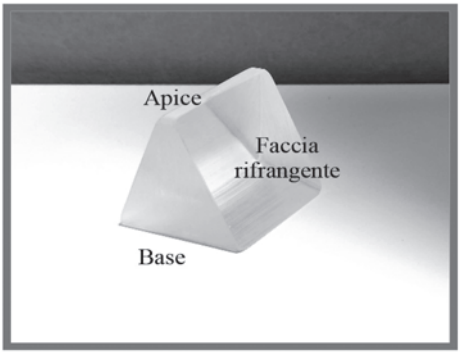


Figura 1 Prisma ottico.

Per convenzione, due delle tre facce rettangolari (il più delle volte le più grandi) vengono considerate rifrangenti e lo spigolo compreso tra esse viene chiamato *apice*, mentre la faccia opposta all'apice si chiama *base*. L'angolo della faccia triangolare che

* Autori referenti: Giuseppe Rao,Ortottista A.O.; affiliazione: UOC di Oculistica – IRCCS Istituto Giannina Gaslini – Genova. Gianni Zorzi, Ortottista A.O.; affiliazione:Servizio di ortottica-Divisione di Oculisitca –Ospedale di Merano

ha vertice nell'apice viene definito *angolo di rifrangenza (α)*. L'*asse* del prisma è la perpendicolare alla base passante per l'apice (Fig. 2).[2, 3]

Ottica di base

Raggi luminosi (di luce monocromatica) paralleli, come provenienti dall'infinito, che attraversano le facce rifrangenti del prisma, vengono deviati verso la sua base e ne escono seguendo un percorso parallelo. Il comportamento dei raggi luminosi sarà invariato, qualsiasi sia il punto in cui essi attraversano il prisma.[4]
Il percorso della luce all'interno del prisma (*cammino ottico*) è alterato dalle superfici rifrangenti, che rappresentano l'interfaccia tra due mezzi con diverso indice di rifrazione (*n*). Quando il raggio proviene da un mezzo con più basso indice di rifrazione (nel caso dell'aria *n*=1), il suo cammino è deviato verso la base (Fig. 2):

- Un *raggio incidente* entra nel prisma, formando con la *normale* della prima superficie un *angolo di incidenza* ("I");
- la prima superficie rifrangente devia il raggio luminoso verso la base;
- esso attraversa il corpo del prisma senza variare il suo cammino;
- la seconda superficie causa una nuova deviazione;
- il *raggio emergente* forma con la normale della seconda superficie un *angolo emergente* ("E").

La deviazione totale subita dal raggio luminoso nell'attraversare il prisma è definita dall'*angolo di deviazione (δ)* ed è quindi la risultante della rifrazione prodotta dalle due superfici rifrangenti. [4]
L'ampiezza di questo angolo è direttamente proporzionale a:

- Angolo di rifrangenza (α).
- Indice di rifrazione del materiale di cui il prisma è fatto (vetro Crown n = 1,523; PMMA n = 1,49).
- Angolo di incidenza.

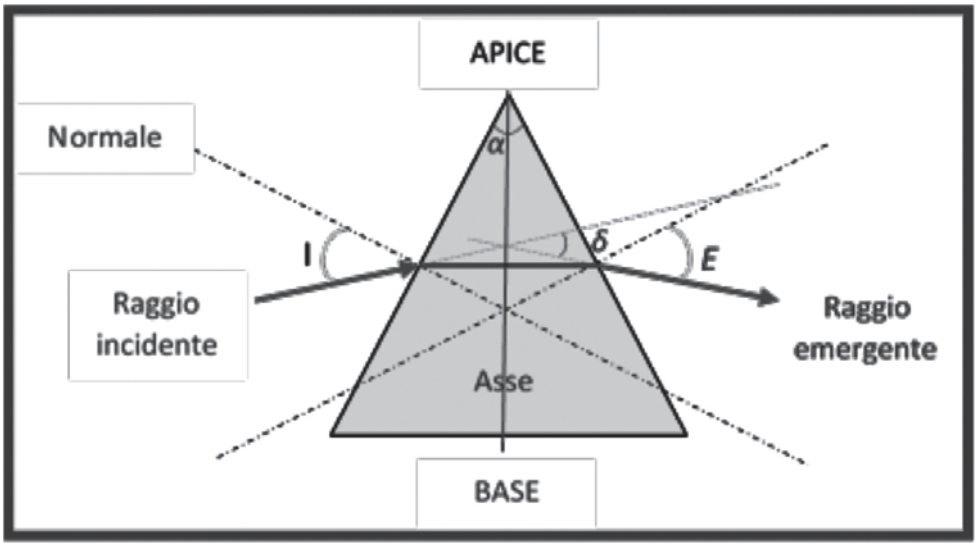


Figura 2. Sezione principale del prisma e cammino ottico del raggio luminoso.

In Fig. 3 è mostrata la diversa deviazione di una linea retta (in questo caso una matita) variando l'inclinazione di un prisma di 45 diottrie prismatiche, ovvero l'angolo che i raggi incidenti formano con la superficie frontale del prisma.

Figura 3. Deviazione variando l'angolo di incidenza.

La formula, seppur approssimativa, che lega l'angolo di deviazione ad angolo rifrangente e indice di rifrazione è: [4, 5]

$\delta = \alpha(n-1)$

Esiste un valore dell'angolo di incidenza, detto *angolo critico,* per il quale i raggi vengono rifratti in modo radente alla superficie: si tratta della deviazione massima. Superato l'angolo critico, i raggi luminosi verranno riflessi all'interno del prisma e quindi non attraverseranno la seconda superficie (*riflessione totale* – Fig. 4).

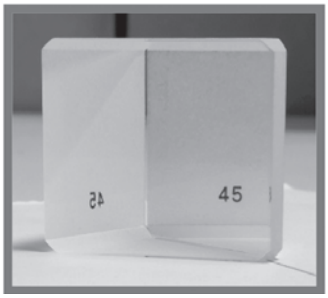


Figura 4. Riflessione totale interna al prisma.

Immagine reale ed immagine virtuale

Osservando le Figure 5 e 6 si comprende il comportamento della luce che attraversa il prisma:

- *Immagine reale:* una fonte luminosa (come nel caso della striscia prodotta dal retinoscopio) fatta passare attraverso un prisma, formerà un'immagine reale deviata *verso la base* (Fig. 5).
- *Immagine virtuale:* osservando invece un oggetto (Fig. 6) attraverso il prisma, *esso sarà la fonte luminosa* che verrà deviata verso la base ma apparirà, all'osservatore, dislocata nella direzione *dell'apice,* creando un'immagine virtuale.

Si noti che, se per raggi paralleli di luce monocromatica passanti per il prisma non viene introdotta alcuna vergenza, nella realtà, i raggi luminosi provenienti da un target oggetto e passanti attraverso un prisma non sono paralleli (e quindi hanno diverso angolo di incidenza). Ciò induce uno spostamento diseguale della posizione apparente del target, maggiore verso l'apice e minore verso la base, producendo un ingrandimento asimmetrico dell'immagine e quindi una sua distorsione.[6]

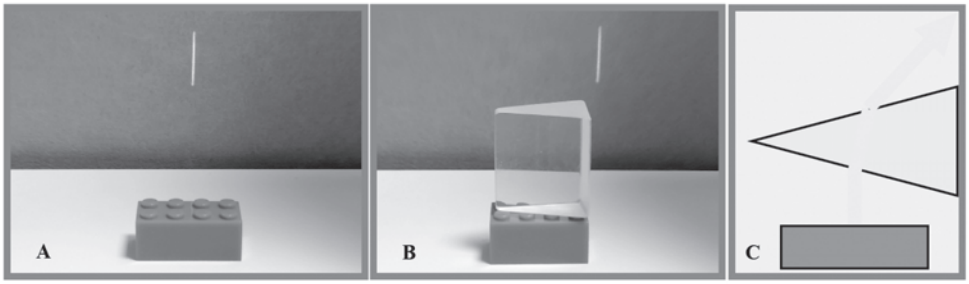


Figura 5A, 5B e 5C. Immagine reale prodotta dal prisma.

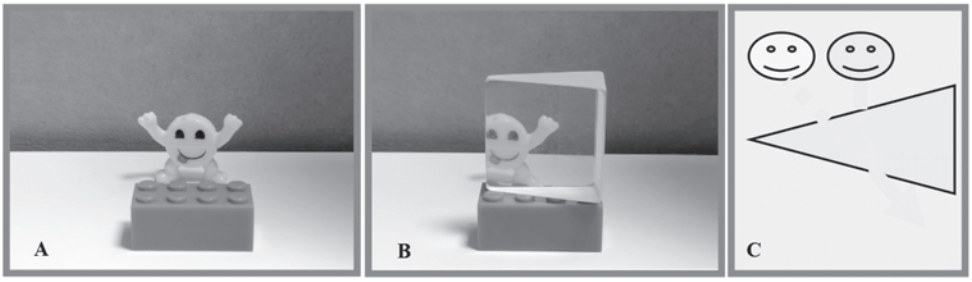


Figura 6A, 6B e 6C. Immagine virtuale prodotta dal prisma.

Diottria prismatica e grado

L'unità di misura oggi comunemente utilizzata per misurare la deviazione prodotta da un prisma oftalmico è la *diottria prismatica (Δ)* misura introdotta da Prentice nel 1890.[7] Essa è definita come la *deviazione in centimetri indotta da un prisma su un fascio di luce a 100 cm di distanza*. Pertanto, un prisma di una diottria produrrà una deviazione di 1 cm a 1 mt.

Se, per esempio, consideriamo un prisma del potere di 15 diottrie, esso produrrà una deviazione di 15 cm a 1 mt di distanza (Fig. 7).

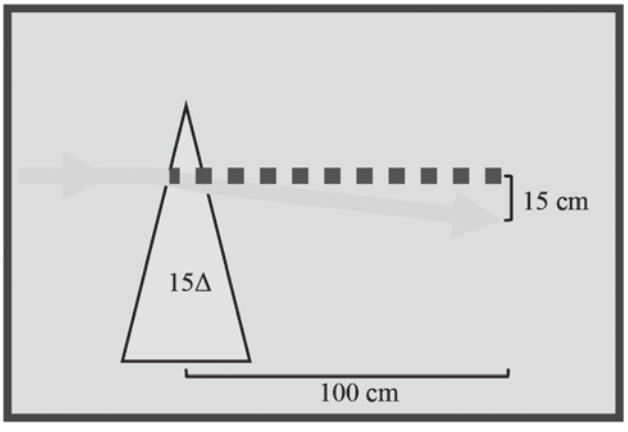


Figura 7. Esempio di come un prisma di 15 diottrie devia un fascio di luce di 15 cm a 100 cm di distanza.

Poiché in strabologia la deviazione degli assi oculari può essere misurata anche in gradi (°) *(metodo di Landolt)* è opportuno conoscere il rapporto tra queste unità di misura. La formula di conversione che restituisce la deviazione prismatica in diottrie (Δ) quando l'angolo è espresso in gradi (°) è:

$\delta_{\Delta}=100 \tan \delta_{\circ}$

(in cui δ_{Δ} è la deviazione espressa in diottrie prismatiche, mentre $\delta_{\circ}$ è espressa in gradi).[2]

Per convertire le diottrie prismatiche in gradi occorre dividere per 100 "δ_{Δ}" e trovare l'arco tangente:

$\delta_{\circ}= \tan^{-1} (\delta_{\Delta} /100)$

Da queste formule si deduce che le due misure non sono legate da una relazione *lineare* (Fig. 8): difatti le diottrie rappresentano una misura tangente, mentre i gradi (e i *centrad - metodo di Dennett)* sono una misura angolare. Nella pratica quotidiana si usa un'approssimazione per la quale *a ogni diottria prismatica* corrisponde 0.57°, mentre a 1° corrisponde 1.75$^{\Delta}$. Essa tende ad essere poco affidabile man mano che cresce il valore del prisma utilizzato, ma è comunque accettabile fino a 45$^{\Delta}$ (Fig 8). Si consulti l'Appendice 1 per gli esatti valori di corrispondenza tra le due grandezze.

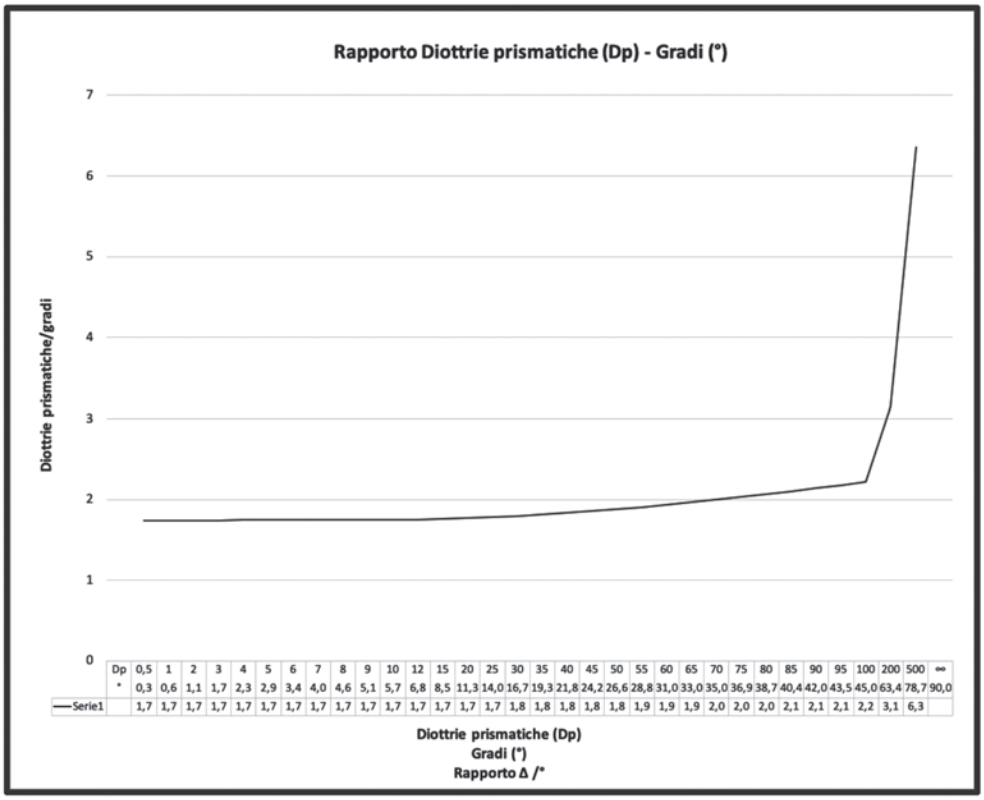


Figura 8. Relazione tra diottrie prismatiche/gradi e potere del prisma. Si noti come il rapporto subisca variazioni poco significative fino a circa 45 Δ.

Accorgimenti pratici nell'utilizzo dei prismi in ortottica

Angolo di incidenza e posizione di utilizzo

I prismi utilizzati quotidianamente, ad esempio nell'esecuzione del *Prism Cover Test (PCT),* sono progettati per produrre una deviazione pari al loro potere soltanto se tenuti in una determinata posizione rispetto all'occhio. I prismi adoperati nella pratica clinica possono essere in vetro (vetro Crown) o in materiale acrilico (PMMA, ossia in plastica).
Le posizioni possibili nel tenere un prisma sono tre:

- *Posizione di Prentice* (Fig. 9A): la superficie posteriore è tenuta in modo perpendicolare alla direzione dell'asse ottico dell'occhio davanti al quale il prisma è anteposto (ovvero in posizione parallela al piano irideo).[3] In questo modo, soltanto la superficie anteriore devierà i raggi luminosi. La maggior parte dei prismi in vetro, sempre meno utilizzati, sono calibrati per essere usati in questa posizione. I prismi Press-ON™ di Fresnel, i prismi delle montature di prova, i prismi incorporati nelle lenti a tempiale, taluni prismi sciolti quadrati sono calibrati secondo Prentice.[8, 9] Si consideri che i prismi di Fresnel adattandosi alla superficie posteriore della lente, generalmente non piana, introducono poteri prismatici effettivi differenti.
- *Posizione di minor deviazione* (Fig. 9B): il prisma è posto in modo che l'angolo di incidenza ("I") e l'angolo di emergenza ("E") abbiano la stessa ampiezza. Al fine di ottenere la posizione di minor deviazione è necessario ruotare, rispetto alle altre posizioni di utilizzo del prisma, l'apice prismatico allontanandolo dal paziente (anteriormente) di un certo angolo, difficile da quantificare. I prismi di plastica, comprese le *stecche di Conrad Berens* e alcuni prismi sciolti quadrati sono calibrati per essere usati in questa posizione, sebbene essa sia difficile da mettere in pratica.[3, 9, 10]
- *Posizione frontale* (Fig. 9C): la faccia posteriore viene allineata al piano frontale del paziente. I prismi in plastica, ma anche quelli in vetro, vengono comunemente utilizzati in questa posizione. [3, 11] L'utilizzo dei prismi, ponendoli in posizione frontale dà luogo ad un errore di misurazione. Prismi in plastica di potere sino a 40^{Δ}, tenuti in posizione frontale, anziché in posizione di minor deviazione producono un errore di misura accettabile (<5%); per prismi di potere superiore (>40^{Δ}) l'errore diventa più significativo. Prismi di vetro posti in posizione frontale danno luogo, *già a basso potere,* a errori di misurazione significativi.[10]

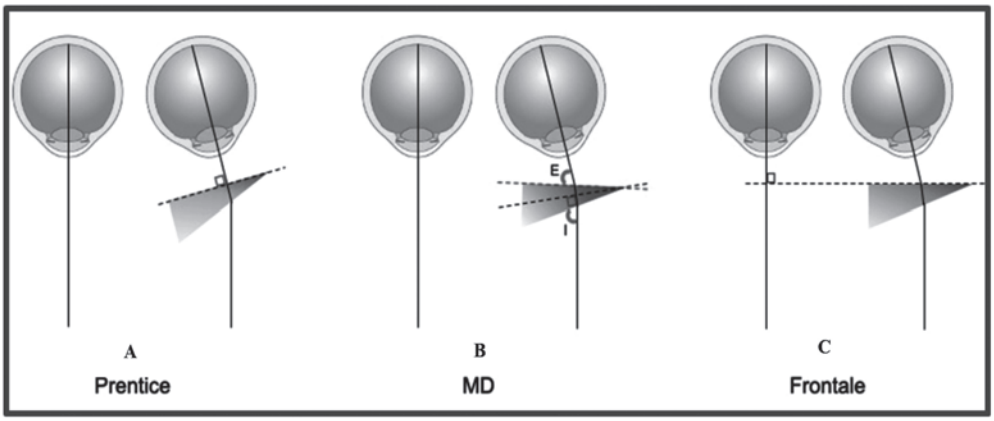


Figure 9A, 9B e 9C. Posizione di Prentice (a sinistra), posizione di minima deviazione (al centro), posizione frontale (a destra).

Freedman e coll.[10] asseriscono che nonostante esistano delle posizioni impiegate nella calibrazione dei prismi, esse sono difficili da rispettare nella pratica clinica e quindi si preferisce la posizione frontale. Inoltre, sostengono che un sorprendente numero di specialisti non mantiene il prisma in una posizione standard accettabile, tanto che in alcuni casi la faccia anteriore del prisma viene tenuta parallela al piano frontale (con il prisma all'incontrario).[10]

Nella pratica clinica, al fine di ridurre errori di misurazione relativi alla posizione del prisma, è consigliabile l'impiego di prismi in plastica, più semplici da mantenere in una posizione accettabile.[10]

Il prisma, nelle posizioni diagnostiche di sguardo diverse dalla posizione primaria (*posizioni eccentriche*), va mantenuto con la superficie posteriore per lo più perpendicolare alla direzione del target di fissazione e non allineato al piano frontale del viso del paziente.[9] Un escamotage talvolta utilizzato è quello di mantenere il prisma fermo dopo la misurazione in posizione primaria e ruotare il capo del paziente in modo da portare gli occhi nella posizione eccentrica da valutare.

Per la misurazione corretta dell'angolo di deviazione a *distanza ravvicinata* il prisma andrebbe tenuto facendolo ruotare leggermente verso l'interno (nasalmente) in modo da approssimare al meglio la "posizione di minor deviazione" [9, 12] o, per semplicità, viene suggerito di porre la faccia posteriore del prisma in modo perpendicolare alla direzione dell'oggetto fissato.[10]

La variazione del potere *(potere prismatico effettivo)* rispetto al suo angolo di rotazione può essere molto elevata. (Fig. 10). Il potere prismatico effettivo aumenta all'aumentare della differenza di ampiezza tra angolo di incidenza e angolo di emergenza della luce.

Alcuni Autori[13], studiando un campione di pazienti con exotropia, hanno evidenziato come anche

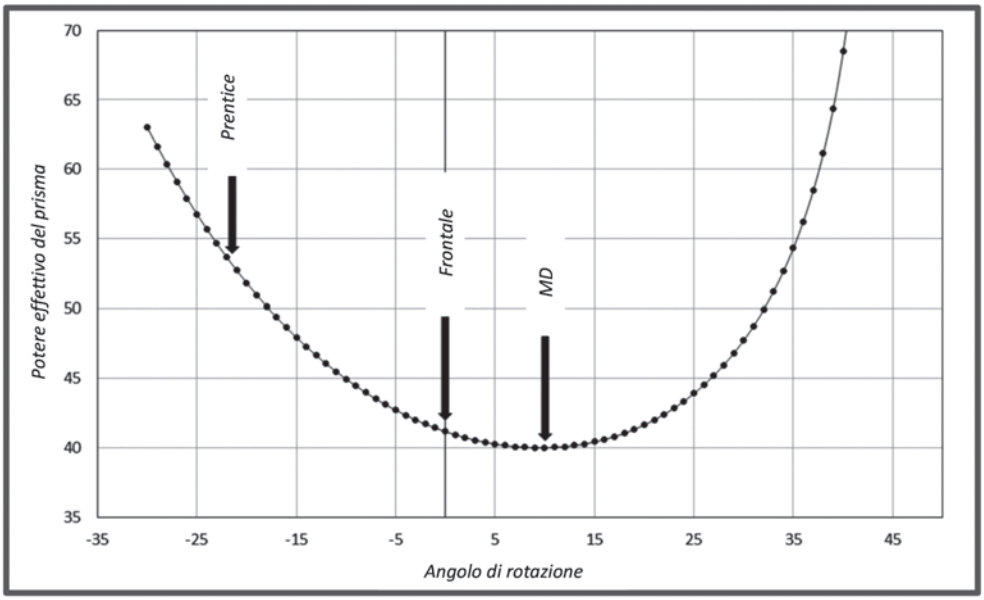


Fig. 10. Potere prismatico effettivo di un prisma in plastica di 40Δ rispetto al suo angolo di rotazione. Il potere effettivo del prisma aumenta allontanandosi dalla posizione di minor deviazione (MD). Quando tenuto in posizione "errata" di Prentice si introduce un errore di ca. 13,5Δ.[10]

piccoli errori nel posizionamento del prisma nelle misurazioni in lateroversione, possano falsare il risultato di queste, tanto da giudicare erroneamente la presenza/assenza di un'*incomitanza* nello sguardo laterale. Una raccomandazione importante è di eseguire il cover test prismatico in posizioni eccentriche costanti e con angolazione non maggiore a 30° (generalmente 25 o 30°). Infatti, oltre tale valore, le forze elastiche generate dai tessuti orbitari rendono difficoltosa una misurazione esatta.[13, 14] Sembra, tuttavia, che in letteratura non esista un accordo sull'angolazione da utilizzare per misurare lo strabismo in posizioni secondarie e terziarie e spesso i dati ottenuti da tali misurazioni non sono sovrapponibili e riproducibili.

Per quanto riguarda la misurazione dell'angolo con la testa inclinata sulla spalla sec. Bielschowsky *(head tilt test),* è fondamentale che il prisma segua l'inclinazione del capo, rimanendo con l'asse parallelo al pavimento orbitario.[14]

Distanza occhio - prisma - target fissazione

Oltre alla posizione, è importante anche la distanza a cui il prisma viene tenuto rispetto all'occhio e quindi rispetto al target di fissazione. Più il prisma si trova lontano dall'occhio e vicino all'oggetto fissato, minore sarà il suo *potere (prismatico) apparente*:[8] l'angolo di deviazione rimarrà lo stesso, ma lo spostamento

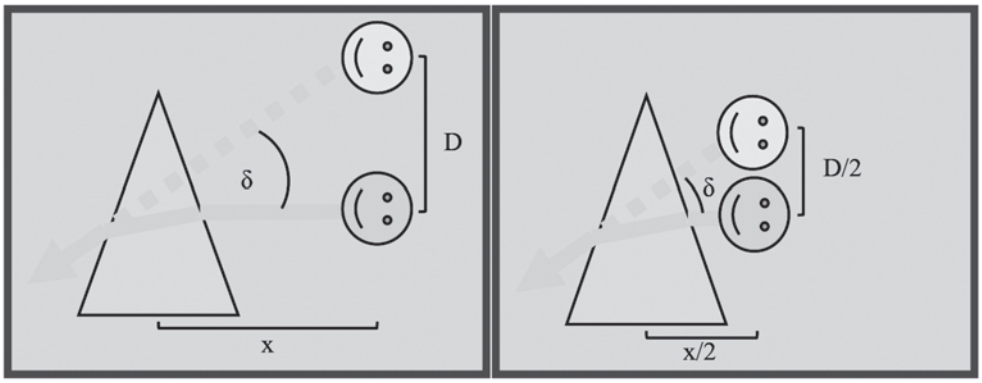


Figura 11. La deviazione lineare (D) indotta dal prisma varia al variare della distanza (x) dall'oggetto fissato, mentre l'angolo di deviazione (δ) rimane invariato.

lineare dell'immagine prodotto dal prisma sarà minore (Fig. 11).

Facendo un esempio, se la distanza occhio – target di fissazione è 1 mt e si pone ipoteticamente un prisma di 50Δ a livello del centro di rotazione dell'occhio lo spostamento lineare dell'immagine virtuale prodotta sarà di 50 cm. Se invece, il prisma viene posto a 50 cm dall'asse di rotazione oculare e a 50 cm del target di fissazione (in mezzo tra essi), lo spostamento lineare sarà della metà, ossia di 25 cm.

Nella pratica clinica, il prisma non viene posto in corrispondenza del centro di rotazione, bensì a distanza di circa 13 mm dall'apice corneale (e a circa 23 mm (13+10 mm) dal centro di rotazione oculare), per cui un prisma di 50Δ posto a 23 mm dal centro di rotazione e con target di fissazione posto a 1 mt, produrrà un spostamento lineare apparente di circa 48,9Δ. Un dato per lo più non rilevante. Però, se si effettua una misurazione per vicino a 33 cm e, per errore, si pone il prisma di 50Δ a una distanza di 5 cm dal centro di rotazione dell'occhio, si otterrà un potere prismatico apparente di circa 43,4Δ producendo un significativo errore di misurazione.

In questo caso il rischio è che, tenendo il prisma troppo distante dall'occhio, l'angolo venga sovrastimato, poiché per neutralizzare lo strabismo sarà necessario un prisma di potere maggiore.

La formula che descrive questo rapporto è[8]:

$\Delta_a = (\Delta_d(d))/((d+c))$

Dove "Δ_a" è il potere prismatico apparente, "Δ_d" il potere del prisma, "d" la distanza in metri del target di fissazione dal centro di rotazione oculare e "c" è la distanza in metri del prisma dal centro di rotazione oculare.

La relazione tra distanza occhio-prisma e potere prismatico apparente è di tipo lineare, come mostrato in Fig. 12.

Riassumendo, questo tipo di errore è più influente sulla misurazione della deviazione per vicino e ininfluente per la misurazione per lontano. Per produrre una deviazione pari al suo potere, il prisma dovrebbe trovarsi in corrispondenza del

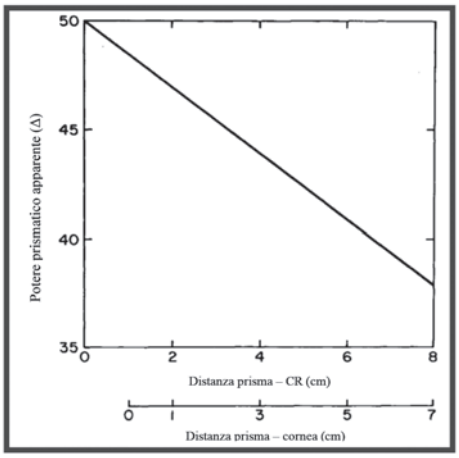


Figura 12.Variazione del potere prismatico apparente, di un prisma di 50Δ, al variare della distanza del prisma dal centro di rotazione dell'occhio (CR) e dall'apice corneale con target di fissazione posto a 1 mt (Da Thompson, 1985).8

centro di rotazione dell'occhio. Ciò non è chiaramente possibile nella pratica, per cui si considera accettabile che esso venga posizionato ad una distanza di 1-2 cm dalla cornea o a contatto con eventuali lenti a tempiale indossate dal paziente.[8, 9, 14] Inoltre, è molto importante che la distanza del prisma dall'occhio rimanga invariata tra una misurazione e l'altra.[14]

Somma e suddivisione di prismi

Nel tentativo di misurare un'ampia deviazione, talvolta è necessario un potere prismatico maggiore di quello ottenibile con un singolo prisma. È importante sapere che la sovrapposizione *("stacking")* di due prismi con lo stesso asse davanti all'occhio (la faccia anteriore di uno giustapposta alla faccia posteriore dell'altro – Fig. 13A) non darà come potere risultante la somma aritmetica dei due poteri. Infatti, uno dei due non si troverà nella posizione ottimale di utilizzo.[9, 11, 12] Nella Figura 13B si può vedere come la deviazione prodotta da due prismi sovrapposti sia maggiore rispetto a quella data dal singolo prisma pari alla loro somma.

Per porre rimedio a questo problema, entrambi i prismi dovrebbero trovarsi nella posizione di minima deviazione, ma ciò non è sempre facilmente ottenibile.

Per ovviare all'errore introdotto dalla sovrapposizione di due prismi è possibile suddividere *("splitting")* il potere prismatico tra i due occhi, ma solo quando la deviazione primaria è uguale o simile alla secondaria (quindi generalmente negli strabismi *concomitanti).*

Anche in questo caso la misura non è comunque precisa, a causa della relazione tra diottria prismatica e angolo di deviazione che, come si è detto, non è di tipo lineare. Occorre ricordare che quando un prisma è tenuto di fronte ad ogni occhio, entrambi gli occhi sono deviati rispetto al target di fissazione e il concetto di "occhio fissante" viene perso.[12]

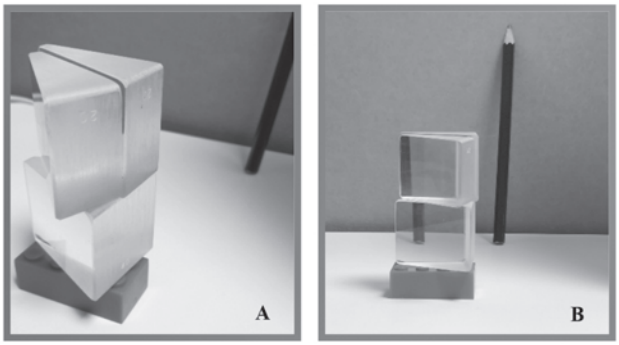


Figure 13A e 13B. In alto, una coppia di prismi da 20Δ sovrapposti, in basso un prisma da 40 Δ: si noti come cambia l'angolo di deviazione.

L'errore così generato può però essere considerato accettabile per il potere dei prismi usati abitualmente in oftalmologia.[3, 11, 12] L'errore prodotto dalla sovrapposizione e dalla suddivisione di due prismi è riportato nelle tabelle in Appendice 2 e 3. La sovrapposizione di un prisma verticale ad un orizzontale non produce errori significativi, poiché le due componenti vettoriali non si influenzano l'una con l'altra. Tale pratica è quindi consentita.[9]

Come non è corretto sommare due prismi per la misurazione dell'angolo di strabismo da lontano, non lo è nemmeno per angoli misurati per la vicinanza.[8]

Un appunto rispetto al posizionamento dei prismi è quello relativo all'anteposizione di un prisma orizzontale davanti a un occhio e di uno verticale sull'occhio controlaterale, nel tentativo di misurare una deviazione obliqua. Questa pratica, di frequente riscontro, è errata in presenza di uno strabismo paretico o restrittivo, poiché si misurerà da un occhio, la deviazione primaria orizzontale o verticale e dall'altro la deviazione secondaria verticale o orizzontale.

Non vi è quindi modo pratico di misurare in maniera *veramente* accurata ampie deviazioni strabiche attraverso l'uso di prismi.[12]

Effetto prismatico delle lenti e *anisoforia ottica*

In soggetti con difetto rifrattivo e strabismo, la misurazione al PCT in posizione primaria potrà essere influenzata dall´effetto prismatico della lente stessa, poiché l´occhio deviato non sarà allineato con il centro ottico della lente ma con un suo punto eccentrico. Si verrà così a creare una sovrapposizione di prismi.[15]

Questa peculiarità è da tenere in considerazione nel corso della misurazione dello strabismo, soprattutto quando il paziente indossa lenti di elevato potere.

Una lente positiva causerà una sottostima della misura reale della deviazione strabica sia essa convergente o divergente e, viceversa, una lente negativa ne causerà una sovrastima (Appendice 4).

Esiste un altro errore di misurazione causato dal differente effetto prismatico prodotto da punti equidistanti dai rispettivi centri ottici delle lenti nel soggetto anisometrope. Esso è di modesta rilevanza, ma può falsificare la corretta misurazione della deviazione oculare nelle posizioni eccentriche di sguardo (o in presenza di decentramento ottico della lente e in vicinanza), mascherando/creando delle incomitanze di deviazione. Quando la deviazione indotta viene mantenuta latente, si parla di *anisoforia ottica*.[16]
La visione binoculare verrà mantenuta stabile grazie ad un meccanismo adattivo, che prende il nome di *"adattamento sguardo-specifico"* (*gaze-dependent* - o *specific - phoria)*.
Qualora si desideri misurare la deviazione reale è possibile effettuare il PCT nelle diverse posizioni diagnostiche di sguardo con lenti a contatto (laddove il paziente ne sia in possesso), o valutare la differenza di misurazione con e senza la correzione a tempiale. Senza correzione ottica il target fissato (preferibilmente una mira luminosa) sarà percepito sfuocato ma ugualmente corrispondente alla fovea. Tale misurazione è effettuabile con cura solo se la deviazione non è influenzata da fattori accomodativi o di fissazione.

Variabilità inter-esaminatore (test-retest) del Prism Cover Test

Sebbene si adottino tutte le misure necessarie a misurare con correttezza l'angolo di strabismo si consideri anche che esiste una variabilità test-retest di misurazione del PCT sia intra-esaminatore sia inter-esaminatore.
In uno studio PEDIG del 2009 la differenza test-retest inter-esaminatore nell'esecuzione del PCT alternato (APCT) in soggetti strabici è per lontano di $1.5^{\Delta} \pm 1.9$ per angoli compresi tra 10^{Δ} e 20^{Δ} e di $4.2^{\Delta} \pm 4.3$ per angoli >di 20^{Δ}. La differenza per vicino è di $2.0^{\Delta} \pm 2.1$ per angoli compresi tra 10 e 20^{Δ}e di $3.4^{\Delta} \pm 4.1$ per angoli >di 20^{Δ}.[17]
Oltre alla variabilità test-retest è presente anche una variabilità di fondo, che può essere legata a: angolo di strabismo, tipologia di strabismo legata all'accomodazione indotta, distanze e posizioni di misurazione non sempre eguali (particolarmente per vicino), presenza del fenomeno di Scobee (fusione prossimale tenace), innervazione tonica, deviazioni dissociate, tipici movimenti di rifissazione nel PCT soprattutto per ampie deviazioni.[17, 18]

Prescrizione di prismi

In presenza di un disallineamento oculare non eccessivamente marcato che produca sintomatologia e in presenza di un'accettabile capacità fusionale, in grado di ottenere un campo di visione binoculare singola funzionale, si può ricorrere alla prescrizione di una correzione prismatica da incorporare nell'occhiale o in forma di press-on. Quest'ultima sarà da considerarsi temporanea o di prova. Quando la deviazione è stabile vi sarà l'indicazione ad incorporare il prisma in una lente a tempiale. È auspicabile che la prescrizione prismatica, compatibilmente alla correzione rifrattiva, all'indice di

Accorgimenti pratici nell'utilizzo dei prismi in ortottica:

- *Rispettare la posizione per la quale il prisma è stato calibrato. Per i prismi di plastica, comprese le stecche di Berens, è accettata la posizione frontale.*
- *Rispettare la faccia anteriore e posteriore del prisma (non ruotare il prisma al contrario).*
- *Mantenere il prisma in posizione corretta anche in caso di misurazioni in posizioni eccentriche di sguardo.*
- *L'asse del prisma va mantenuto parallelo al pavimento orbitario anche quando si inclina il capo del paziente.*
- *Non allontanare eccessivamente il prisma dall'apice corneale e mantenere invariata la distanza durante la misurazione e tra una misurazione e l'altra.*
- *Nel misurare ampi strabismi concomitanti, è meglio suddividere il potere tra i due occhi piuttosto che sovrapporre tra loro due prismi. Il potere risultante non sarà comunque la somma del valore dei due prismi utilizzati.*
- *Nel misurare una deviazione paretica o restrittiva obliqua è consigliato l'utilizzo di prismi sciolti, anteponendo il prisma orizzontale e quello verticale davanti allo stesso occhio.*
- *Le combinazioni sfero-cilindriche hanno un effetto prismatico che va tenuto in considerazione nella misurazione dello strabismo. Correzioni rifrattive elevate possono indurre un errore di misurazione dell'angolo reale di strabismo.*
- *Più grande è l'angolo di strabismo, maggiore sarà il rischio di produrre un errore di misurazione.*

rifrazione e alla geometria della lente, non superi le 10$^{\Delta}$ a lente.[19]

Sistema di notazione delle lenti prismatiche

Le moderne montature di prova presentano una notazione che va da 0° a 180° in senso anti-orario in entrambi gli occhi *(sistema TABO - Technischer Ausschuß für Brillenoptik)*. Poiché l'asse del prisma è definito dalla direzione della sua base, esso può assumere valori compresi tra 0° e 360°. Per i prismi non viene adoperata la stessa notazione delle lenti cilindriche, che potrebbe generare confusione. Per questo, è raccomandabile seguire uno dei seguenti metodi (Fig. 14):

- Notazione *"full circle": (metodo di più frequente utilizzo e consigliato)* si indica la posizione della base su una scala 0°-360° che va in senso anti-orario in entrambi gli occhi;
- sistema inglese: viene mantenuta la notazione 0°-180° ma si indica anche la direzione della base del prisma (alto, basso, interna, esterna);
- sistema semplificato (Véronneau-Troutman): anche in questo

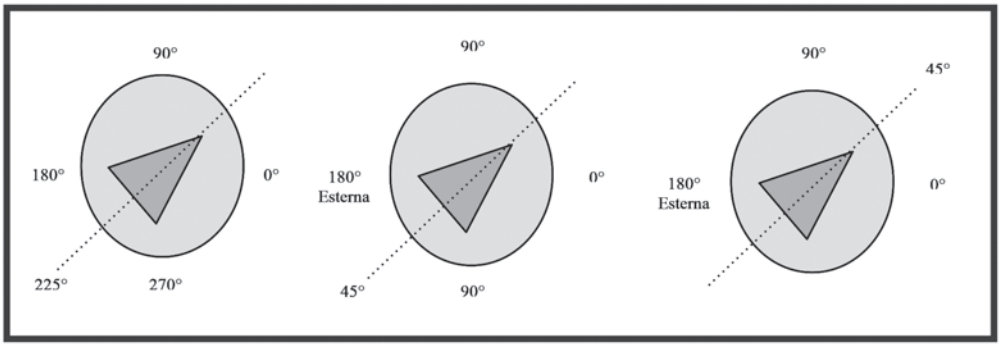


Figura 14. Differenti sistemi di notazione per la prescrizione di un prisma obliquo davanti a OD. A sinistra, notazione "full circle": il prisma è prescritto con la base a 225°.
Al centro, notazione inglese: il prisma è prescritto con base a 45° in basso esternamente.
A destra, notazione semplificata: il prisma è prescritto con l'apice a 45°.
(Modificato da Véronneau-Troutman)9

caso, si mantiene la notazione 0°-180° (solo il semicerchio superiore) ma si indica se il valore angolare si riferisce alla posizione della base o dell'apice.[9]

È buona prassi rappresentare graficamente sulla prescrizione il prisma e il suo orientamento.

Prescrizione di prismi per deviazioni orizzontali o verticali

Per una deviazione meramente orizzontale o verticale l'indicazione alla prescrizione è cosa semplice. Occorrerà indicare oltre a l'occhio a cui andrà anteposta la lente anche la direzione della base: alto (Base Up - BU), basso (Base Down - BD), interna (Base In - BI) o esterna (Base Out - BO) o in alternativa indicare l'asse del prisma.

Prescrizione prismi per deviazioni oblique

Spesso una deviazione strabica possiede una componente orizzontale e una verticale. Quando è necessario "annullare" la diplopia attraverso l'uso dei prismi per una deviazione di questo tipo, ci sono essenzialmente due possibilità:

- Si scompongono le due componenti, prescrivendo un prisma orizzontale davanti ad un occhio e un prisma verticale davanti l'occhio controlaterale;
- si ricorre alla prescrizione di un prisma a base obliqua. Al fine di prescrivere un prisma obliquo, è necessario individuare correttamente il *potere* e *l'asse* lungo il quale la base sarà orientata. Questi valori possono essere trovati con delle apposite applicazioni per computer e smartphone; inserendo la composizione prismatica nel frontifocometro ottenendo il potere del prisma obliquo e il suo asse (nel frontifocometro manuale verrà rappresentato nel reticolo focometrico e solo per valori prismatici contenuti); ricorrendo all'uso di

tabelle o nomogrammi (Appendice 5 e 6).

Tuttavia esistono diversi metodi pratici che è bene conoscere:

- *Metodo trigonometrico.* Si considerino il prisma orizzontale *"o"* e il prisma verticale *"v"* come due cateti di un triangolo rettangolo aventi lunghezza pari al loro potere prismatico. Il potere del prisma obliquo da prescrivere *(p)* corrisponderà alla lunghezza dell'ipotenusa (Fig. 15).

Utilizzando il teorema di Pitagora, si deduce che il potere del prisma obliquo sarà

$p = \sqrt{0^2+v^2}$

Attraverso la funzione tangente si determina l'orientamento del prisma da prescrivere.

$tan\beta = v/o$

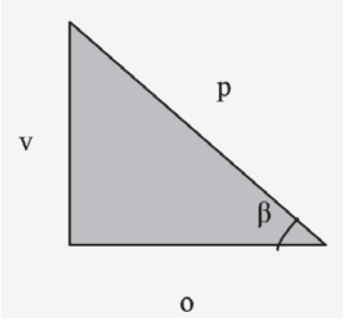


Figura 15. Rappresentazione trigonometrica della prescrizione del prisma obliquo.

Conoscendo la tangente, si risale facilmente al valore dell'angolo. L'angolo β corrisponde all'orientamento *dell'asse* del prisma.

Da un punto di vista pratico, si può semplificare questa operazione disegnando, su un foglio millimetrato o a quadretti, un triangolo rettangolo avente per cateti due segmenti di lunghezza in centimetri corrispondente al potere dei prismi orizzontale e verticale. La lunghezza dell'ipotenusa sarà il potere del prisma obliquo da prescrivere, mentre l'angolo tra l'ipotenusa e il cateto considerato orizzontale (β in Figura 15), misurato con un goniometro, sarà l'asse lungo il quale prescrivere il prisma.[20]

Esempio: per neutralizzare la diplopia (es. eso-ipotropia OD) abbiamo bisogno di porre, su OD, un prisma orizzontale di 4$^{\Delta}$ a base esterna e un prisma di 3$^{\Delta}$ a base in alto. Disegniamo su un foglio millimetrato due cateti, il primo orizzontale di 4 cm e il secondo verticale di 3 cm. Misuriamo quindi l'ipotenusa, che sarà di 5 cm e l'angolo tra essa e il cateto "orizzontale" che sarà di circa 37°. Il prisma da prescrivere sarà: 5$^{\Delta}$ con base in alto esternamente, ovvero a 143° sia in un sistema TABO che in un sistema a 360°.

- *Metodo di Tanganelli.* Si basa sulle risposte soggettive fornite dal paziente a cui viene fatta fissare una mira luminosa a distanza, anteponendo (sulla montatura di prova) all'occhio strabico un filtro rosso e all'altro occhio un vetro striato di Bagolini. Al paziente viene chiesto di ruotare il vetro striato fintanto che la striscia luminosa da esso prodotta non intersechi il punto rosso visto con l'altro occhio. L'asse a cui il vetro striato viene posizionato (contrassegnato dalla tacca di riferimento) rappresenta l'asse del prisma obliquo da prescrivere. Per determinarne il potere, è necessario orientare la base

della stecca prismatica sull'asse trovato e scorrere fino a trovare il valore per il quale le due luci (bianca e rossa) si sovrappongono.[20] Per utilizzare questo metodo è necessario che il paziente sia collaborativo e abbia un'acuità visiva sufficientemente buona.

Al fine di bilanciare il peso della lente o di suddividere il potere del prisma su ambo gli occhi è comunque possibile prescrivere la combinazione di due prismi obliqui o la combinazione mista di un prisma obliquo e uno orizzontale (o più raramente verticale).

Si ricorda che la prescrizione prismatica su entrambe le lenti o sulla lente dell'occhio direttore richiede anche un riadattamento cerebrale sensorio-motorio definito "adattamento prismatico" descritto da von Helmholtz.[21]

Un aspetto meno discusso della compensazione prismatica di deviazioni oblique è quello legato alla componente torsionale che può esser presente e rendere l'applicazione del prisma poco funzionale. I pazienti con diplopia torsionale, infatti, sono difficili da gestire e spesso non rispondono favorevolmente ad una compensazione prismatica della deviazione. Un'osservazione pratica è che in presenza di deviazioni oblique, in cui la componente orizzontale è divergente (in exo) ed è presente una modesta torsione, non è necessariamente richiesta l'intera correzione della deviazione e particolarmente della parte orizzontale. Presumibilmente, la convergenza fusionale necessaria a compensare la piccola deviazione residua orizzontale può aiutare a correggere anche la deviazione torsionale.

APPENDICE

Appendice 1: Tabella di conversione gradi – diottrie prismatiche.

Tabella di conversione gradi (°) - Diottrie prismatiche (Dp)					
Dp	**°**	**Dp/°**	**°**	**Dp**	**°/Dp**
0	0,00	n.c.	0,0	0	n.c.
0,5	0,29	1,75	0,5	0,87	0,57
1	0,57	1,75	1	1,75	0,57
2	1,15	1,75	2	3,49	0,57
3	1,72	1,75	3	5,24	0,57
4	2,29	1,75	4	6,99	0,57
5	2,86	1,75	5	8,75	0,57
6	3,43	1,75	6	10,51	0,57
7	4,00	1,75	7	12,28	0,57
8	4,57	1,75	8	14,05	0,57
9	5,14	1,75	9	15,84	0,57
10	5,71	1,75	10	17,63	0,57
12	6,84	1,75	12	21,26	0,56
15	8,53	1,76	15	26,79	0,56
20	11,31	1,77	20	36,4	0,55
25	14,04	1,78	25	46,63	0,54
30	16,70	1,80	30	57,74	0,52
35	19,29	1,81	35	70,02	0,50
40	21,80	1,83	40	83,91	0,48
45	24,23	1,86	45	100	0,45
50	26,57	1,88	50	119,18	0,42
55	28,81	1,91	55	142,81	0,39
60	30,96	1,94	60	173,21	0,35
65	33,02	1,97	65	214,45	0,30
70	34,99	2,00	70	274,75	0,25
75	36,87	2,03	75	373,21	0,20
80	38,66	2,07	80	567,13	0,14
85	40,36	2,11	85	1143,01	0,07
90	41,99	2,14	90	∞	n.c.
95	43,53	2,18			
100	45,00	2,22			
200	63,43	3,15			
500	78,69	6,35			
1000	84,29	11,86			
10000	89,43	111,82			
100000	89,94	1111,82			
∞	90,00	∞			

Si noti come l'approssimazione $1°=1{,}75^{\Delta}$ *subisca minime variazioni per prismi di potere relativamente basso.*

Appendice 2: Sovrapposizione di prismi

Dalla seguente tabella si può ricavare il potere reale ottenuto sovrapponendo due prismi davanti ad un occhio.
Si noti che questa pratica è comunque sconsigliata perché può causare errori di misurazione notevoli.

Somma di prismi

Prisma sovrapposto	Prisma Iniziale (in posizione frontale)											
	10	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**
1	11	13	15	17	19	21	27	32	57	43	48	54
2	12	14	16	18	20	23	28	33	39	45	50	56
3	13	15	17	19	22	24	29	35	40	46	52	58
4	14	16	18	21	23	25	30	36	42	48	54	61
5	15	17	20	22	24	26	32	38	44	50	56	63
6	16	19	21	23	25	27	33	39	45	52	59	66
7	17	20	22	24	26	29	35	41	47	54	61	68
8	19	21	23	25	28	30	36	42	49	56	63	71
9	20	22	24	27	29	31	37	44	51	58	66	74
10	21	23	25	28	30	33	39	46	53	60	68	77
12	23	25	28	30	33	35	42	49	57	65	74	84
14	25	28	30	33	35	38	45	53	61	70	80	91
16	28	30	33	36	38	41	49	57	66	76	87	100
18	30	33	35	38	41	44	52	61	71	82	95	110
20	33	35	38	41	44	47	56	66	76	89	104	122
25	39	42	45	49	52	56	66	78	93	110	133	165
30	46	49	53	57	61	66	78	94	114	141	183	264
35	53	57	61	66	71	76	93	114	144	195	315	-
40	60	65	70	76	82	89	110	141	195	339	-	-
45	68	74	80	87	95	104	133	183	315	-	-	-
50	77	84	91	100	110	122	165	265	-	-	-	-

Esempio: anteporre ad un occhio un prisma di 40$^{\Delta}$ e sovrapporvi un altro prisma, con identico orientamento, di 20$^{\Delta}$ darà un potere prismatico reale di 89$^{\Delta}$ e non di 60$^{\Delta}$.

Appendice 3: Suddivisione di prismi

Nella seguente tabella è riportato il potere reale ottenuto suddividendo il potere complessivo, necessario a neutralizzare la deviazione, tra i due occhi.
Come già discusso in precedenza, questo è il metodo che genera il minor grado di errore possibile, ma è importante tenere in considerazione i dati contenuti nella tabella.

Suddivisione di prismi

Prisma Occhio Sinistro	Prisma Occhio Destro											
	10	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**
10	20	22	24	26	29	31	36	41	47	52	58	63
12	22	24	26	29	31	33	38	44	49	55	60	66
14	24	26	29	31	33	35	40	46	52	57	63	69
16	26	29	31	33	35	37	43	48	54	60	66	72
18	29	31	33	35	37	39	45	51	57	63	69	75
20	31	33	35	37	39	42	47	53	59	65	71	78
25	36	38	40	43	45	47	53	59	66	72	79	86
30	41	44	46	48	51	53	59	66	73	80	87	94
35	47	49	52	54	57	59	66	73	80	87	95	103
40	52	55	57	60	63	65	72	80	87	95	104	113
45	58	60	63	66	69	71	79	87	95	104	113	123
50	63	66	69	72	75	78	86	94	103	113	123	133

Esempio: anteporre un prisma di 40$^{\Delta}$ ad un occhio e un prisma di 20$^{\Delta}$ all'altro, per misurare una deviazione concomitante, darà un potere prismatico reale di 65$^{\Delta}$ e non di 60$^{\Delta}$.

Appendice 4: Potere prismatico indotto da lenti negative e positive

Le seguenti tabelle mostrano il valore reale dello strabismo misurato attraverso lenti negative e lenti positive.

Potere prismatico indotto da lenti negative (equivalente sferico)

Deviazione (Dp)	Lenti miopiche														
	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-12	-15	-20	-30	
5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	
10	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7	6	
15	15	14	14	14	13	13	13	12	12	12	12	11	10	9	
20	20	19	19	18	18	17	17	17	17	16	15	15	13	11	
25	24	24	23	23	22	22	21	21	20	20	19	16	17	14	
30	29	29	28	27	27	26	26	25	24	24	23	22	20	17	
35	34	33	33	32	31	30	30	30	29	28	27	25	23	20	
40	39	38	37	36	36	35	34	33	33	32	31	29	26	23	
45	44	43	42	41	40	39	38	37	37	35	35	33	30	26	
50	49	48	47	45	44	43	43	42	41	40	38	36	33	29	
60	59	57	56	55	53	52	51	50	49	48	46	44	40	34	
70	68	67	65	64	62	61	60	58	57	56	54	51	46	40	

Esempio: uno strabismo reale di 40^{Δ}, misurato attraverso una lente di -10.00 D, darà al PCT un valore di 50^{Δ}.

Potere prismatico indotto da lenti positive (equivalente sferico)

Deviazione (Dp)	Lenti ipermetropiche																				
	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+12	+15	+20	+30
5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	8	10	20
10	10	11	11	11	11	12	12	13	13	13	14	16	20	40
15	15	16	16	16	17	18	18	19	19	20	21	24	30	60
20	21	21	22	22	23	24	24	25	25	27	29	32	40	80
25	26	26	27	28	29	29	30	31	32	32	36	40	50	100
30	31	32	32	33	34	35	36	38	39	40	43	48	60	120
35	36	37	38	39	40	41	42	44	45	47	50	56	70	240
40	41	42	43	44	46	47	48	50	52	53	57	64	80	160
45	46	47	49	50	51	53	55	56	58	60	64	72	90	180
50	51	53	54	56	57	59	61	63	65	67	71	80	100	200
60	62	63	65	67	69	71	73	75	77	80	87	96	120	240
70	72	74	76	78	80	82	85	88	90	93	100	112	140	260

Esempio: uno strabismo reale di 40$^{\Delta}$, misurato attraverso una lente di +10.00 D, darà al PCT un valore di 30$^{\Delta}$.

Appendice 5: Tabella per il calcolo di un prisma obliquo

La seguente tavola[19] indica il potere e l'asse del prisma che si viene a creare dalla composizione di un prisma orizzontale e uno verticale, rispettando i prismi disponibili in commercio. Ciò la rende molto utile ai fini clinico-pratici. L'angolo indicato va corretto rispetto alla direzione vettoriale della deviazione oculare e dell'occhio sul quale andrà anteposto il prisma. Poiché tali valori sono approssimazioni, occorrerà ricontrollare la deviazione dopo l'applicazione del prisma.

Tabella per il calcolo di un prisma obliquo (potere e asse)

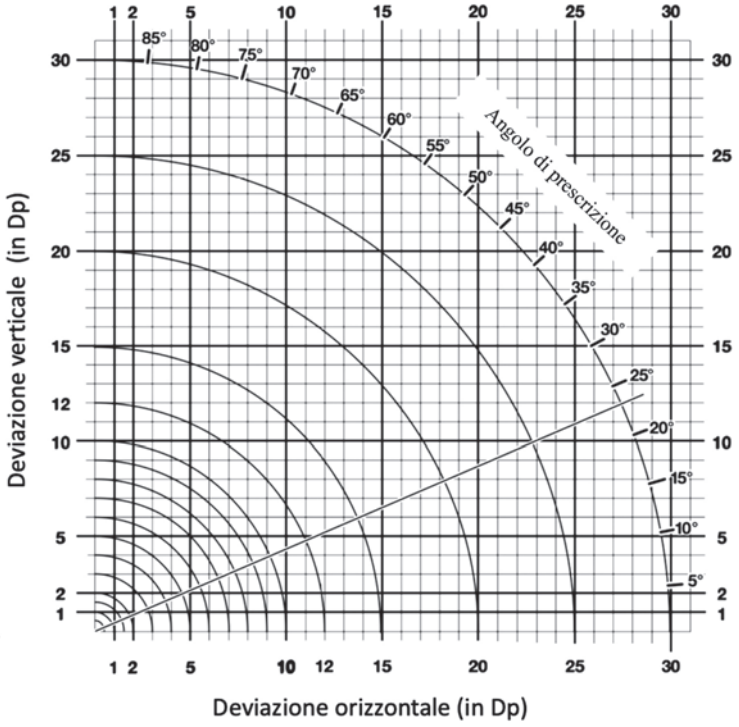
Prisma verticale (in diottrie) \ Prisma orizzontale (in diottrie)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2Δ/30°	2Δ/30°	3Δ/19°	4Δ/14°	5Δ/12°	6Δ/10°	7Δ/8°	8Δ/7°	9Δ/6°	10Δ/6°	12Δ/5°	12Δ/5°	15Δ/4°	15Δ/4°	15Δ/4°
2	2Δ/84°	3Δ/42°	4Δ/30°	4Δ/30°	5Δ/24°	6Δ/19°	7Δ/17°	8Δ/14°	9Δ/13°	10Δ/12°	12Δ/10°	12Δ/10°	15Δ/8°	15Δ/8°	15Δ/8°
3	3Δ/84°	4Δ/49°	4Δ/49°	5Δ/37°	6Δ/30°	7Δ/25°	8Δ/22°	9Δ/19°	9Δ/19°	10Δ/17°	12Δ/14°	12Δ/14°	15Δ/12°	15Δ/12°	15Δ/12°
4	4Δ/84°	5Δ/53°	5Δ/53°	6Δ/42°	6Δ/42°	7Δ/35°	8Δ/30°	9Δ/26°	10Δ/26°	10Δ/24°	12Δ/19°	12Δ/19°	15Δ/15°	15Δ/15°	15Δ/15°
5	5Δ/84°	6Δ/56°	6Δ/56°	6Δ/56°	7Δ/46°	8Δ/39°	9Δ/34°	9Δ/34°	10Δ/30°	12Δ/25°	12Δ/25°	12Δ/25°	15Δ/19°	15Δ/19°	15Δ/19°
6	6Δ/84°	7Δ/59°	7Δ/59°	7Δ/59°	8Δ/49°	9Δ/42°	9Δ/42°	10Δ/37°	10Δ/37°	12Δ/30°	12Δ/30°	12Δ/30°	15Δ/24°	15Δ/24°	15Δ/24°
7	7Δ/84°	7Δ/84°	8Δ/61°	8Δ/61°	9Δ/51°	9Δ/51°	10Δ/44°	10Δ/44°	12Δ/36°	12Δ/36°	12Δ/36°	15Δ/28°	15Δ/28°	15Δ/28°	15Δ/28°
8	8Δ/84°	8Δ/84°	9Δ/63°	9Δ/63°	9Δ/63°	10Δ/53°	10Δ/53°	12Δ/42°	12Δ/42°	12Δ/42°	15Δ/32°	15Δ/32°	15Δ/32°	15Δ/32°	15Δ/32°
9	9Δ/84°	9Δ/84°	10Δ/64°	10Δ/64°	10Δ/64°	10Δ/64°	12Δ/49°	12Δ/49°	12Δ/49°	15Δ/37°	15Δ/37°	15Δ/37°	15Δ/37°	15Δ/37°	20Δ/27°
10	10Δ/84°	10Δ/84°	10Δ/84°	12Δ/56°	12Δ/56°	12Δ/56°	12Δ/56°	12Δ/56°	15Δ/42°	15Δ/42°	15Δ/42°	15Δ/42°	15Δ/42°	15Δ/42°	20Δ/30°
11	12Δ/66°	12Δ/66°	12Δ/66°	12Δ/66°	12Δ/66°	12Δ/66°	12Δ/66°	15Δ/47°	15Δ/47°	15Δ/47°	15Δ/47°	15Δ/47°	15Δ/47°	20Δ/33°	20Δ/33°
12	12Δ/84°	12Δ/84°	12Δ/84°	12Δ/84°	15Δ/53°	15Δ/53°	15Δ/53°	15Δ/53°	15Δ/53°	15Δ/53°	15Δ/53°	15Δ/53°	20Δ/37°	20Δ/37°	20Δ/37°
13	15Δ/60°	15Δ/60°	15Δ/60°	15Δ/60°	15Δ/60°	15Δ/60°	15Δ/60°	15Δ/60°	15Δ/60°	15Δ/60°	15Δ/60°	20Δ/41°	20Δ/41°	20Δ/41°	20Δ/41°
14	15Δ/69°	15Δ/69°	15Δ/69°	15Δ/69°	15Δ/69°	15Δ/69°	15Δ/69°	15Δ/69°	15Δ/69°	20Δ/44°	20Δ/44°	20Δ/44°	20Δ/44°	20Δ/44°	20Δ/44°
15	15Δ/84°	15Δ/84°	15Δ/84°	15Δ/84°	15Δ/84°	15Δ/84°	20Δ/49°	20Δ/49°	20Δ/49°	20Δ/49°	20Δ/49°	20Δ/49°	20Δ/49°	20Δ/49°	20Δ/49°

Esempio 1: si vuole prescrivere un prisma obliquo ad un paziente con eso-ipotropia di OS per il quale si annulla la diplopia con 4 Δ base esterna e 3 Δ base in alto su OS. Ricorrendo alla tabella, il prisma risultante sarà 5 Δ a 37°. Il prisma risultante avrà base posizionata a 37° su in sistema TABO, che si colloca nel quadrante superiore esterno rispetto all'occhio sinistro, pertanto il valore dell'asse trovato è coerente con lo strabismo del paziente.

Esempio 2: se invece si volesse prescrivere un prisma obliquo Press-On ad un paziente con eso-ipotropia di OD per il quale si annulla la diplopia con 4 Δ base esterna e 3 Δ base in alto su OD, rapportando il valore 37° con l'occhio in esame e col tipo di deviazione, si nota come l'asse trovato non corrisponda al quadrante auspicato. Per trovare il corretto valore dell'asse, basta sottrarre il valore 37° a 180°. Così facendo, si ottiene un asse di 143° che è quello da indicare.

Appendice 6: Schema nomografico per prescrizione di prismi obliqui

Schema nomografico (Press-On™): tale nomogramma descrive l'angolo di orientamento di un prisma a base in alto e esterna anteposto all'occhio sinistro. La direzione angolare della base va modificata rispetto alla deviazione oculare e all'occhio sul quale andrà anteposto il prisma.



Esempio: supponiamo di dover prescrivere o applicare, su OS, un prisma orizzontale a base esterna di 10^{Δ} e un prisma verticale a base in alto di 5^{Δ}. Ricorrendo a questo grafico, ricerchiamo l'intersezione tra i due valori necessari: l'arco di circonferenza più vicino al punto di intersezione è quello relativo al valore 12^{Δ}, che sarà il valore del prisma Press-On da prescrivere. Per identificare l'asse del prisma è sufficiente tracciare una linea retta che parta dall'angolo inferiore sinistro dello schema e passi per il punto di intersezione dei due prismi. La linea intersecherà sulla scala graduata a destra, il valore dell'asse del prisma in questo caso circa 25°.

Come negli esempi in Appendice 5, anche in questo caso i valori dell'asse vanno corretti in relazione all'occhio ed al tipo di deviazione strabica.

Note bibliografiche

1 Heath, TL. The Thirteen Books of Euclid's Elements. Vol. III, Bool XI. 1st Ed. Cambridge, The University Press; 1908. 261.

2 Paliaga GP. Elementi di ottica. In: I vizi di refrazione. Torino: Minerva medica; 2008. 5-6.

3 Irsch K. Optical Issues in Measuring Strabismus. Middle East Afr J Ophthalmol. 2015;22(3):265-270.

4 Maddox E. Simplest optical properties of prisms. In: The clinical use of prisms. II edition: Chicago: Geneva Optical Co; 1893. 10-28.

5 Stephens GL. Correction with single-vision spectacle lenses. In: Benjamin WJ.Borish's clinical refraction. St. Louis: Butterworth-Heinemann; 2006. 1045-1048.

6 Paliaga GP. Occhio e correzione ottica. In: I vizi di refrazione. Torino: Minerva medica; 2008. 47-68.

7 Prentice CF. A metric system of numbering and measuring prisms. Arch Ophthalmol 1890; 19: 64–75

8 Thompson JT, Guyton DL. Ophthalmic prisms. Deviant behavior at near. Ophthalmology. 1985;92(5):684-690.

9 Véronneau-Troutman S. Optical principles of prisms. In: Prisms in the medical and surgical management of strabismus.

10 Freedman K, Ray C, Kirk D. Reevaluation of current prism standards with recommendations to increase accuracy in the measurement of strabismus. Am j ophthalmol. 2019 Feb; 198:130-135.

11 Kushner BJ. The examination. In: Strabismus practical pearls you won't find in textbooks. Cham: Springer International Publishing AG; 2017. 8-13.

12 Thompson JT, Guyton DL. Ophthalmic prisms. Measurement errors and how to minimize them. Ophthalmology. 1983;90(3):204-210.

13 Repka MX, Arnoldi KA. Lateral incomitance in exotropia: fact or artifact?. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 1991;28(3):125-130.

14 Arnoldi KA. Orthoptic evaluation and treatment. In: Wilson ME, Saunders RA, Trivedi RH. Pediatric ophthalmology current thought and a practical guide. Berlin: Springer; 2009. 117-118.

15 Guyton DL, Miller JM, West CE. Optical Pearls and Pitfalls. Chapter 18. In: Wright KW, Spiegel PH. Pediatric Ophthalmology and Strabismus. Second Edition. Springer Verlag. 2003:295.

16 Paliaga GP. Anisoforia ottica. In: I vizi di refrazione. Torino: Minerva medica; 2008. 179-181.

17 Pediatric Eye Disease Investigator Group. Interobserver Reliability of the Prism and Alternate Cover Test in Children With Esotropia. Arch Ophthalmol. 2009 Jan;127(1):59-65.

18 Wright KW, Bonsall DJ. The Ocular Motor Examination. Chapter 17. In: Wright KW, Strube YJ. Pediatric Ophthalmology and Strabismus. Third Edition. Oxford University Press. 2012:272.

19 Reinecke RD, Simons K, Moss A, Morton G. An Improved Method of Fitting Resultant Prism in Treatment of Two-Axis Strabismus. Arch Ophthalmol. 1977 Jul;95(7):1255-7.

20 Kushner BJ. Diplopia. In: Strabismus practical pearls you won't find in textbooks. Cham: Springer International Publishing AG; 2017. 149-150.

21 Petitet P, O'Reilly JX, O'Shea J. Towards a neuro-computational account of prism adaptation. Neuropsychologia. 2018 Jul 1;115:188-203.

ORTOPAD SOFT

LE ALLEGRE FANTASIE 3D

ORTOPAD SOFT è il nuovo occlusore per terapie ortottiche con supporto in tessuto non tessuto di cotone, colorato con particolari polimeri rigonfianti che generano un piacevolissimo effetto visivo e tattile 3D.
Le fantasie sono state appositamente studiate per i bambini (versione BOYS) e per le bambine (versione GIRLS). All'interno è presente uno schermo nero foto assorbente che ha il compito di evitare la filtrazione della luce.
Il collante è ipoallergenico, privo di solventi e senza lattice di gomma naturale. È delicato e risulta adatto alla pelle dei più piccoli.
ORTOPAD SOFT è disponibile nelle versioni Junior, Medium, Regular. È un dispositivo medico CE

made in Italy

PIETRASANTA PHARMA S.p.A.

IN FARMACIA

MASTER-AID®

www.pietrasantapharma.it