

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA “GALILEO GALILEI”

CORSO DI LAUREA IN OTTICA E OPTOMETRIA

TESI DI LAUREA

**LE DIFFICOLTÀ DI ADATTAMENTO ALLE LENTI
OFTALMICHE PROGRESSIVE**

Relatore: Dominga Ortolan
Correlatore: Giovanna Montagnoli

Laureanda: Ilaria Boccaletto
Matricola: 1119811

Anno Accademico 2017-2018

INDICE

Introduzione.....	pag.1
Capitolo 1: La presbiopia	
1.1 Eziologia.....	pag.3
1.2 Cristallino e accomodazione.....	pag.3
1.3 Ampiezza accomodativa.....	pag.5
1.4 Sintomi e insorgenza	pag.7
1.5 Compensazione della presbiopia.....	pag.8
Capitolo 2: La compensazione ottica della presbiopia.....	
2.1 Le superfici progressive.....	pag.12
2.2 Le aree funzionali.....	pag.14
2.3 Principali design.....	pag.15
2.4 Componenti delle lenti progressive.....	pag.17
2.5 La scelta della lente progressiva.....	pag.18
2.6 Punti di forza e limiti delle lenti progressive.....	pag.21
Capitolo 3: Prescrizione delle lenti progressive	
3.1 Test preliminari.....	pag.23
3.2 Scelta della montatura	pag.28
3.3 Problematiche all'uso e loro risoluzione.....	pag.30
3.4 Controllo della lente progressiva.....	pag.33
3.5 Istruzioni al portatore.....	pag.35
Capitolo 4: Studio sperimentale	
4.1 Selezione soggetti.....	pag.37
4.2 Materiali e metodi.....	pag.37
4.3 Analisi statistica.....	pag.38
Capitolo 5: I Risultati	
5.1 Risultati descrittivi.....	pag.39
5.2 Discussione.....	pag.45
Conclusioni.....	pag.48
Appendice A.....	pag.50
Appendice B.....	pag.54

Appendice C.....	pag.57
Appendice D.....	pag.58
Bibliografia.....	pag.61

Introduzione

Tutte le persone, superati i 40/45 anni, devono far fronte a un cambiamento fisiologico a livello oculare che comporta una piccola, ma progressiva riduzione della capacità di leggere a distanze ridotte e le porta inevitabilmente a dover utilizzare soluzioni correttive per risolvere tale condizione, nota come presbiopia. I presbiteri di oggi sono persone dinamiche che praticano sport, lavorano e si relazionano e con l'allungarsi delle aspettative di vita le loro necessità sono aumentate. A 50 - 60 anni le persone sono ancora in piena attività, utilizzano strumenti digitali a diverse distanze, necessitano di una compensazione visiva che tenga conto di variabilità di distanze, condizioni luminose e dinamicità delle attività. La soluzione dal punto di vista ottico è la compensazione con lenti progressive.

Le difficoltà principali che possono essere riscontrate, durante il primo utilizzo, sono, ad esempio, il fare le scale, guidare e spostare lo sguardo dall'alto al basso in quanto molti movimenti meccanici come abbassare la testa per cercare il gradino della scala dovrà essere sostituito con un abbassamento principale dello sguardo per trovare il corretto fuoco. Lo sviluppo che è stato fatto dalla prima realizzazione di lenti oftalmiche progressive ad oggi è stato rilevante; negli ultimi 20 anni, infatti, sono stati fatti passi da gigante a livello tecnologico e se anche le lenti oftalmiche progressive implicano, all'inizio, un periodo di adattamento, in cui il soggetto deve prendere confidenza con il nuovo ausilio, imparando a trovare le varie zone di visione, in realtà questa fase richiede sempre meno tempo, da una a due settimane, rendendo poi questo tipo di correzione indispensabile ed estremamente pratica.^I

Il compito dell'ottico e dell'optometrista è svolgere con accuratezza l'esame refrattivo, valutare la stabilità binocularità, effettuare le varie misurazioni, necessarie alla centratura dell'occhiale, e capire lo stile di vita del soggetto in modo da consigliare il tipo di lente più adatto alle sue esigenze e facilitare l'adattamento, riducendo i disagi iniziali e in particolare la sensazione di "ondeggiamento" che il soggetto può provare quando utilizza le zone laterali della lente.^{II}

Capitolo 1: La presbiopia

1.1 Eziologia

Per presbiopia si intende una condizione fisiologica dell'apparato visivo legata all'età, di conseguenza la sua prevalenza in una data popolazione è relazionata alla percentuale di individui oltre i 40 anni.¹ Con l'accrescimento dell'età, si presenta un allontanamento del punto prossimo di accomodazione, corrispondente a una riduzione dell'ampiezza accomodativa, che comporta il calo della visione nitida prossimale. Un soggetto si dice presbite quando la sua ampiezza accomodativa diviene inferiore a 4 D.²

Si stima che nel 2005 siano stati 1,04 miliardi le persone, a livello mondiale, affette da presbiopia; tra questi, 517 milioni non possedevano correzione o utilizzavano ausili non appropriati. Di questi, 410 milioni sono stati inabili a svolgere attività da vicino nel modo adeguato. Nel mondo esiste quindi un indebolimento della capacità visiva dovuto alla presbiopia non corretta e per l'allungamento dell'età media tale condizione tenderà ad aumentare. Si prevede quindi che la prevalenza mondiale della presbiopia arriverà a 1,4 miliardi entro il 2020 e a 1,8 miliardi entro il 2050.³

1.2 Cristallino e accomodazione

Il cristallino è una lente biconvessa che si trova a contatto con l'iride, con la sua faccia anteriore e con il corpo vitreo, con la sua faccia posteriore. Esso è formato da una capsula elastica al cui interno è presente un materiale trasparente, viscoso e proteico. Il cristallino possiede un anello sospensorio anulare ancorato al corpo ciliare, infatti, a livello dell'equatore (il margine anulare della lente) si inseriscono le fibre della zonula di Zinn. Le funzioni di questo apparato sospensorio sono fondamentalmente tre: mantenere in sede il cristallino, permettere la funzione accomodativa e collegare la lente al corpo ciliare. Nel suo stato di riposo, cioè quando osserviamo oggetti lontani, la lente si trova in una forma sferica, poiché i legamenti sospensori sono tenuti in tensione per la trazione elastica esercitata dalle loro inserzioni alla coroide. Il muscolo ciliare, che si trova in corrispondenza del punto in cui le fibre prendono rapporti con la coroide, è composto da due

ordini differenti di fibre: meridiane (o radiali), innervate dal sistema ortosimpatico e circolari, innervate dal sistema parasimpatico. Il potere diottrico del cristallino a riposo è di 14 diottrie, 5 diottrie per la curvatura della faccia anteriore e 9 diottrie per la curvatura della faccia posteriore, con una progressiva riduzione del raggio di curvatura dal centro alla periferia.^{2,4}

L'accomodazione è la capacità che possiede il cristallino di variare il proprio potere diottrico in modo da garantire la messa a fuoco di oggetti posti a varie distanze. La variazione del potere avviene in particolare nel cambiamento della curvatura della faccia anteriore, mentre la curvatura della faccia posteriore varia meno. Questo processo è un atto riflesso e involontario del muscolo ciliare dovuto allo sfuocamento dell'immagine sul piano retinico, il quale attiva la triade clinica dell'accomodazione: la *miosi*, per concentrare il maggior numero di raggi luminosi sulla macula, la *convergenza*, per evitare la diplopia e la *contrazione del muscolo ciliare*, che determina uno spostamento in avanti della zona ciliare grazie all'azione delle fibre radiali e uno spostamento in dentro delle fibre circolari con conseguente aumento del suo potere diottrico fino a 22 diottrie.^{2,5} Di conseguenza quest'ultimo dipende dal sottile equilibrio che si realizza tra il tono delle due componenti del muscolo ciliare. Quando l'occhio deve osservare un oggetto ravvicinato, si presenta una riduzione del tono delle componenti radiali, mentre prevale quello delle circolari: i legamenti sospensori si rilassano e il cristallino, non più stirato a livello dell'equatore, aumenta il raggio di curvatura della superficie anteriore e il suo potere diottrico raggiunge il livello massimale. La situazione opposta si verifica invece in condizioni di normalità, quando nel muscolo prevale il fattore radiale e i legamenti sono nel naturale stato di tensione che appiattisce la lente, la quale presenta, in questa condizione, il valore più basso di potere diottrico ed è accomodata per la visione nitida a distanza.⁵

L'accomodazione del cristallino è controllata da un meccanismo a feedback negativo che in modo automatico ottimizza il potere diottrico della lente in modo tale da ottenere il miglior risultato in termini di acuità visiva. Quando dirigiamo velocemente lo sguardo da un oggetto lontano a uno vicino, il cristallino, nell'arco di un secondo, accomoda in modo tale da permettere una visione nitida. Ci sono

diverse ipotesi sui fattori che concorrono a sostenere l'attività accomodativa, come:

- L'aberrazione cromatica oculare sembra essere un elemento utile a livello centrale. Questo difetto nella formazione dell'immagine, dovuta al differente valore di rifrazione delle diverse lunghezze d'onda che compongono la luce che passa attraverso il mezzo ottico, si pensa possa rappresentare un'indicazione sull'esigenza di aumentare o diminuire il potere rifrattivo della lente.
- Visto che la fovea presenta una regione centrale concava ed è quindi certa la presenza di una differenza di fuoco tra la porzione centrale e periferica della stessa, si pensa che questa instabilità dell'immagine retinica sia importante nel processo accomodativo che agisce con il metodo di prova ed errore, cioè tentando una variazione e rilevando il risultato ottenuto.
- Dato che il grado di accomodazione del cristallino oscilla costantemente circa due volte al secondo, si ipotizza che queste variazioni di qualità dell'immagine retinica potrebbero essere un altro elemento per valutare rapidamente se e come deve essere variato il potere diottrico del cristallino.²

Lo stimolo dello sfuocamento per la distanza ravvicinata è probabilmente trasmesso dalle cellule gangliari all'area corticale 19 e da queste ai nuclei di Edinger-Westphal. Lo sfuocamento influenza maggiormente le frequenze spaziali elevate dello stimolo; è stato inoltre osservato che queste frequenze sono necessarie per una precisa attività accomodativa.^{5,6}

1.3 Ampiezza accomodativa

L'intervallo diottrico che il sistema oculare riesce a realizzare mediante la modificazione del cristallino è denominato *ampiezza accomodativa*. L'accomodazione presenta una determinata ampiezza, data dalla differenza fra il punto prossimo (il fuoco coniugato retinico in condizioni di massima accomodazione) e il punto remoto (il punto coniugato alla retina a occhio non accomodato). Nei giovani l'accomodazione è molto ampia: a dieci anni è di circa 14 diottrie e decresce progressivamente con l'età; a 60 anni si riduce a una diottria.¹¹ Quando l'ampiezza accomodativa diviene inferiore a 4 D il soggetto è

definito presbite.⁶ Tra i molti studi presenti in letteratura riguardo la variazione dell'ampiezza accomodativa in funzione dell'età, ritroviamo la tabella di Donders. (Tabella I)

Età	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
D	14	12	10	8,5	7	5,5	4,5	3,5	2,5	1,8	1,00	0,50	0,25

Tabella I. Tabella di Donders. Mostra la relazione tra l'età in anni e il potere accomodativo in diottrie (D). Estratto da Rossetti A, Lenti e Occhiali, Medical books, 2003, pag. 511 .

Come per tutte le tabelle che si riferiscono al comportamento di un sistema vivente, essa è soggetta a un limite molto significativo: riproduce valori medi, ciò significa che a parità di età possiamo trovare soggetti con valori più ridotti o più elevati. Per avvicinarci a un intervallo di valori, si possono utilizzare le espressioni proposte da Hofstetter:

- Ampiezza massima = $25 - 0,4 \times \text{età (anni)}$
- Ampiezza media = $18,5 - 0,3 \times \text{età (anni)}$
- Ampiezza minima = $15 - 0,25 \times \text{età (anni)}$

Queste formule teoriche sono applicabili fino ad un'età di circa 60 anni, quando non vi è più residuo accomodativo.¹²

L'ampiezza accomodativa si può calcolare empiricamente attraverso il metodo con lenti negative: il soggetto emmetrope o corretto per l'ametropia, in visione binoculare, osserva una mira di dimensioni ridotte a 33 cm e si introducono lenti negative di potere sempre superiore finché il soggetto avverte lo sfuocamento della mira. La somma tra il potere delle lenti e l'inverso della distanza della mira definisce il punto prossimo.⁶ Un altro metodo molto più veloce, ma meno preciso, è il metodo del *push-up*. Esso consiste nel far osservare al soggetto una mira che progressivamente si fa avvicinare all'occhio finché non avverte lo sfuocamento della stessa. L'ampiezza accomodativa (con questo metodo) è data dall'inverso della distanza in metri. Il controllo di questo sistema, i cui risultati sono condizionati dalla profondità di campo e da un avvicinamento troppo veloce della mira, viene effettuato attraverso il metodo di Scheiner. Il metodo consiste

nell'apposizione di un disco opaco con due fori stenopeici davanti all'occhio analizzato, a breve distanza; viene poi chiesto al soggetto di osservare la mira di una linea nera in un campo neutro; essa apparirà normalmente singola ma, avvicinandola progressivamente, si avvertirà la mira doppia: questo punto corrisponde al punto prossimo.^{6,13}

1.4 Sintomi e insorgenza

L'inizio della presbiopia è graduale: i sintomi prendono significato solo quando l'ampiezza accomodativa del soggetto diventa inadeguata per le diverse esigenze della persona.¹ L'età media dei primi sintomi che segnalano la presbiopia è tra 42 e 44 anni di età, con una perdita completa dell'accomodazione che si verifica in genere tra i 50-55 anni.⁷ L'influenza di vari fattori può modificare gli estremi dell'intervallo; comunque la percentuale di incidenza della presbiopia è del 100% intorno ai 52 anni.⁸ Il soggetto presbite lamenta visione offuscata di oggetti vicini e chi utilizza la visione ravvicinata (30 cm o distanze più ravvicinate) nelle attività quotidiane sente prima il disagio. Tale difficoltà è associata, oltre alla distanza di lavoro, anche a molti altri aspetti come il tipo di impegno a livello cognitivo, il tipo di illuminazione, di stimolo e il tempo che viene impiegato per quell'attività. Altri sintomi ordinariamente riscontrati comprendono mal di testa secondari all'affaticamento degli occhi, aumento del fabbisogno luminoso e necessità di lavorare a distanze maggiori rispetto a quella dovuta.¹ La presbiopia si presenta in tutti i soggetti e può essere associata o meno a un'ametropia. Un ipermetrope di valore elevato potrebbe, teoricamente necessitare di una compensazione per vicino, prima dell'emmetrope; il miope al contrario ipoteticamente più tardi.^{6,7} Naturalmente i fattori sono tanti e vari, quali le esigenze legate alla professione o alle attività quotidiane, che in realtà non v'è regola e si compensa tenendo conto delle specifiche necessità del singolo soggetto.

Le teorie che spiegano come insorge la presbiopia sono numerose e talora in contraddizione tra loro. I modelli per l'insorgenza della presbiopia sono spesso divisi in due categorie denominate teorie lenticolari ed extra-lenticolari⁷. Le teorie lenticolari sostengono che la presbiopia derivi da cambiamenti legati all'età nella lente, nella capsula e nelle fibre zonulari. I cambiamenti sottintesi in questa

divisione includono la sclerosi del nucleo della lente, la diminuzione della distanza tra il muscolo ciliare e l'equatore e la riduzione dell'elasticità della capsula del cristallino. Le cause extra-lenticolari, invece includono la disfunzione del muscolo ciliare, la perdita di elasticità nelle zonule o nella coroide posteriore e una diminuzione della resistenza dell'umore vitreo rispetto alla capsula del cristallino.^{8,9}

1.5 Compensazione della presbiopia

La correzione della presbiopia consiste nell'identificare la lente meno positiva che, sommata algebricamente alla correzione dell'ametropia da lontano, sia in grado di fornire visione nitida e confortevole. Tale lente si definisce *Addizione* (*Add*). Dal punto di vista teorico è possibile calcolare il valore dell'addizione applicando i seguenti criteri:

- Il valore accomodativo necessario è misurabile con l'inverso della distanza di lavoro dal piano dell'occhiale.
- L'ampiezza accomodativa disponibile è facilmente deducibile, con buona approssimazione, dall'età del soggetto.
- Affinché la visione prossimale sia confortevole, la pratica consiglia di considerare solo la metà (Hofstetter, 1950) oppure i $\frac{2}{3}$ (Giles, 1965) dell'ampiezza accomodativa.^{6,14}

La formula per stabilire la stima dell'Addizione, ovvero l'addizione teorica è:

$$Add = \left(\frac{1}{d}\right) - \left(\frac{Acc}{2}\right) \quad \text{secondo Hofstetter,}$$

$$Add = \left(\frac{1}{d}\right) - \left(Acc \times \frac{2}{3}\right) \quad \text{secondo Giles.}$$

Dove d indicata la distanza di lavoro in metri e Acc rappresenta l'accomodazione residua (Duane) di 1,25 D.

L'errata addizione comporta difficoltà nell'uso e nella tolleranza dell'occhiale a breve distanza. Inoltre una correzione errata per lontano influenza la misurazione dell'addizione: una sottocorrezione dell'ipermetropia, una sovracorrezione della miopia o la non compensazione dell'astigmatismo comportano un'eccessiva addizione e una distanza di lavoro molto ravvicinata.¹²

L'intervallo di visione risultante può essere dedotto approssimativamente dalla tabella II, cioè dall'addizione approssimativa in base all'età. Naturalmente è fondamentale tener conto delle esigenze specifiche del soggetto e della sua condizione visiva che emergono da anamnesi e valutazione oggettiva e soggettiva mediante analisi refrattiva e non bisogna limitarsi alle tabelle che hanno solo valore di riferimento.

<i>Età (anni)</i>	<i>Addizione approssimativa (D)</i>
<i>40-44</i>	<i>da +0,75 a +1,00</i>
<i>45-49</i>	<i>da +1,00 a +1,50</i>
<i>50-54</i>	<i>da +1,50 a +1,75</i>
<i>55-57</i>	<i>da +1,75 a +2,00</i>
<i>58-61</i>	<i>da +2,00 a +2,50</i>
<i>62-65</i>	<i>da +2.50 fino a +3,00</i>

Tabella II: Tabella delle addizioni medie. Rappresenta l'addizione approssimativa in base all'età. Estratto da "Presbyopic correction" in "Clinical contact lens practice" 2005, Bennett E.S. and Jurkus J.M., Lippincott Williams.

Capitolo 2: La compensazione ottica della presbiopia

Le possibilità di correzione per la presbiopia sono molteplici, sia con lenti oftalmiche sia con lenti a contatto; il modo più diffuso, tuttora, consiste nell'uso degli occhiali.¹⁵

Le lenti disponibili sul mercato dell'ottica per la correzione di questa condizione sono principalmente di tre tipologie:

- A. lenti monofocali;
- B. lenti bifocali;
- C. lenti progressive.

A. Le *lenti oftalmiche monofocali* presentano un solo potere accomodativo e permettono di mettere a fuoco oggetti posti a una specifica distanza, ossia l'inverso del potere della lente stessa. Questo implica la necessità di utilizzare correzioni diverse per lavorare a distanze differenti oppure abituarsi a portare gli oggetti da osservare alla distanza servita dall'occhiale. La lente monofocale per questo motivo non si adatta ad attività dinamiche o spostamenti durante l'osservazione, a meno di utilizzare una montatura bassa, *mezzo occhiale*, per permettere di spostare lo sguardo in punti più lontani guardando oltre la montatura. Questo tipo di soluzione è di particolare interesse per i soggetti emmetropi con l'evidente svantaggio per i soggetti ametropi che devono alternare due occhiali a seconda della distanza cui si trova l'oggetto dell'osservazione. Inoltre l'aumento dell'addizione riduce la visione alle distanze intermedie e risultano quindi necessari più occhiali con lenti oftalmiche monofocali per le varie distanze di interesse. Questa soluzione, dal punto di vista tecnico può soddisfare soltanto i giovani presbiteri emmetropi.¹⁴

B. Le *lenti oftalmiche bifocali* permettono una visione corretta sia per oggetti remoti che ravvicinati in quanto presentano zone di diverso potere: per lontano, la zona ottica che corregge l'ametropia, e per vicino, la zona ottica che compensa la

presbiopia. Dopo la loro invenzione, avvenuta nel 1874, queste lenti hanno avuto un'evoluzione continua con sviluppi di forme diverse dei segmenti per vicino e nei metodi di costruzione. A seconda della costruzione, la separazione tra le due zone può essere visibile o invisibile. Nelle prime l'area di raccordo fra la parte per lontano e per vicino forma un piccolo scalino che è ben visibile all'osservazione; nelle seconde, invece, lo scalino non è presente. La lente viene definita monoblocco, in quanto costituita da due raggi di curvatura diversi e nasce da una lavorazione di un unico sbizzo. I tipi di lenti bifocali si suddividono anche in base alle forme delle zone per la visione ravvicinata. Le geometrie più comuni sono le seguenti: a disco $\frac{3}{4}$ (lunetta disponibile in varie dimensioni), circoletto (lunetta disponibile in diversi diametri), pantoscopico (deriva dal disegno della forma a disco $\frac{3}{4}$ con una curvatura dell'area di raccordo), linea diritta, unghia visibile (linea curva con vantaggio di togliere il salto di immagine) e invisibile (esalta il salto di immagine). La scelta tra queste tipologie dipende dall'attività prevalente del soggetto e dai bisogni personali del singolo.^{12,14}

Le *lenti oftalmiche trifocali* rappresentavano un'evoluzione delle lenti bifocali come necessità di una visione nitida anche alle medie distanze. La lente era caratterizzata dall'inserimento di un segmento intermedio, dove la potenza solitamente variava dal 40 al 70% del valore dell'addizione della zona per vicino. Le geometrie di lenti trifocali più comuni erano a disco $\frac{3}{4}$, pantoscopico e linea diritta o executive, ma ormai sono quasi totalmente in disuso.¹²

C. Le *lenti oftalmiche progressive* sono multifocali, costituite da un certo numero di superfici in cui l'addizione varia progressivamente, garantendo una visione adeguata per maggiori range di distanze differenti. Risale ormai a più di 40 anni fa la compensazione della presbiopia con lenti oftalmiche progressive, dapprima come una valida alternativa alle lenti bifocali, ormai come soluzione prevalente.⁸ L'invenzione delle lenti progressive è assegnata a Owen Aves, co-fondatore del London Refraction Hospital (ora noto come Institute of Optometry), nel 1907, anche se il primo dispositivo commercializzato in Europa risale al 1959 con il nome di Varilux®. La prima lente progressiva in commercio negli Stati Uniti D'America fu proposta nel 1961 con il nome di Omnifocal.¹²

La prima lente ideata da Owen Aves era contraddistinta da una doppia superficie che utilizzava una sezione di un cono su un lato e una sezione di un cilindro ellittico sull'altro. La sezione di cono aveva l'obiettivo di aumentare la potenza tramite le sezioni trasversali orizzontali, mentre la sezione di cilindro ellittico determinava un aumento di potenza attraverso le sezioni trasversali verticali. Questa costruzione risultò troppo dispendiosa per la produzione di massa quindi questo tipo di lente non fu mai commercializzata. Henry Orford Gowlland, poco più tardi, inventò un design progressivo con lenti asimmetriche applicando una superficie parabolica sulla faccia posteriore.¹⁶

Il design unico della lente oftalmica progressiva è caratterizzato dalla variazione di curvatura, quindi di potere, che dall'area per lontano raggiunge quella per vicino, senza linee di demarcazione visibili. Tale curvatura può essere applicata sulla superficie anteriore della lente, su quella posteriore o su entrambe. Nel 1972, Maintnaz, durante l'evoluzione delle lenti progressive, individua una caratteristica fondamentale che le lenti progressive possono gestire: *la visione dinamica*.⁸ Nel corso degli anni l'evoluzione delle lenti progressive persegue lo scopo di produrre lenti capaci di ridurre le distorsioni periferiche, dovute proprio alla geometria della lente, ottenendo una migliore performance visiva e, quindi, maggior tolleranza e confort dell'ausilio, anche in situazioni dinamiche.

2.1 Le superfici progressive

Nelle prime lenti oftalmiche multifocali era la superficie anteriore costruita con curvatura variabile, e costituiva la superficie progressiva, mentre quella posteriore era sferica o torica a seconda della prescrizione richiesta; ormai da alcuni anni, invece, la superficie interna è quella progressiva, nata come un'esigenza delle aziende produttrici per ridurre il magazzino, ma non mancano oggi lenti in cui la progressione è sia interna che esterna. Utilizzando questo tipo di lenti, la dinamica visiva non viene interrotta: gli assi visivi, quando l'osservazione è rivolta verso la visione di oggetti lontani, risultano paralleli fra loro, mentre quando osservano oggetti ravvicinati essi si inclinano verso il basso e convergono; questi movimenti utilizzano porzioni di lenti diverse, partendo dalla croce di centratura del lontano fino all'area deputata alla visione per il vicino. La lente deve quindi garantire i

corretti poteri nelle varie posizioni di sguardo; deve essere possibile mettere a fuoco oggetti posti da 25 - 30 cm e l'infinito. Le zone laterali della lente devono essere progettate, quando possibile, con poteri congrui per garantire una visione binoculare confortevole.¹⁷

La potenza di una superficie rifrangente dipende dal raggio di curvatura e dall'indice di rifrazione (n), e non potendo perciò modificare n , la superficie multifocale dovrà essere realizzata con un raggio variabile. La lente presenterà quindi la parte superiore adibita alla visione per lontano a raggio costante, poi verso l'area della visione per vicino il raggio varia aumentando la curvatura della superficie. Tale variazione di curvatura deve produrre un aumento di potenza (addizione), relativo alla prescrizione richiesta: tale addizione può variare da 0,75 diottrie a 3,50 diottrie, fino a un valore massimo di 4 diottrie, anche se di norma l'addizione maggiormente utilizzata rimane entro le 3 D, nel rispetto della visione binoculare. La variazione di potere nelle diverse parti della lente crea una superficie con una configurazione non sferica, allontanandosi dalla posizione centrale; è infatti possibile evidenziare in ogni intorno della lente una componente sferica associata alla presenza di un valore cilindrico con un preciso orientamento del suo asse. Questo fenomeno è spiegato con il concetto di *astigmatismo di superficie*, più o meno consistente su quasi tutta la superficie della lente. L'astigmatismo di superficie aumenterà con l'aumentare dell'addizione, in quanto si dovrà costruire una lente con raggi di curvatura molto diversi tra loro. Il teorema di Minkwitz dichiara che il potere dell'astigmatismo nelle zone laterali aumenta del doppio rispetto all'addizione presente lungo il canale di progressione: $\delta Cyl = 2 \cdot \delta Add$, dove δCyl è il tasso di variazione in potenza cilindrica (astigmatismo) e δAdd è il tasso di variazione dell'addizione. Questo teorema dimostra che un cambiamento nell'addizione di superficie, lungo il corridoio progressivo, ovvero l'area della lente dove la potenza della lente varia gradualmente e che permette la visione alle distanze intermedie, introduce necessariamente l'astigmatismo superficiale sulla periferia della lente e che la potenza cilindrica indesiderata è approssimativamente proporzionale all'addizione. Il tasso di variazione della potenza cilindrica rispetto alla centro, aumenta anche man mano che la lunghezza del corridoio diminuisce.¹⁶

Sono quindi definite *aree funzionali* le zone della lente con astigmatismo di superficie inferiore a 0,50D; in tali aree la visione risulta comunque buona. Invece si chiamano *aree laterali* quelle zone della lente in cui la distribuzione dell'astigmatismo diventa importante, raggiungendo valori anche superiori alle 3D. L'asse di tali cilindri e la sua variazione in ogni punto della lente assumono una grande importanza, poiché determinano l'effetto ondulatorio tipico dell'impatto iniziale nell'uso di lenti progressive. Lenti, con scarso valore di astigmatismo di superficie e con assi del cilindro equidirezionali, nei vari punti della lente, determinano un rapido adattamento e un comfort duraturo nel tempo.^{17,18}

2.2 Le aree funzionali

In una lente progressiva si possono individuare 4 aree funzionali fondamentali:

1. Zona per la visione per lontano

Questa zona della lente corrisponde alla semiparete superiore ed è adibita alla visione di oggetti posti in punti remoti. Questa zona deve essere libera da aberrazioni, in modo da rendere la visione confortevole e priva di disagi anche nelle zone laterali. Il centro pupillare deve coincidere con la croce di montaggio e la progressione di potere inizia da 2 a 4 o 6 mm al di sotto di tale punto.

2. Zona per la visione per vicino

L'ampiezza e la posizione di questa zona determinano un comfort visivo rapido ed efficiente. Risulta infatti fondamentale, affinché il soggetto possa mantenere una postura naturale quando utilizza tale lente per la visione da vicino, che questa zona si trovi nella posizione corretta, determinando un calibrato movimento verticale degli assi visivi. Inoltre, una zona per la visione da vicino libera da distorsioni e armoniosamente raccordata con le aree attigue rende più rapida l'accettazione della lente.

3. Zona per la visione a medie distanze

Questa zona viene definita anche "corridoio di progressione" o "canale di progressione". Tale area è utile per la visione intermedia, in cui il contributo diottrico ha potenza variabile da punto a punto: aumenta progressivamente il potere positivo o diminuisce quello negativo con una progressione dipendente

dalla geometria, fino ad arrivare alla zona per la visione per vicino. Lo sviluppo armonioso di tale progressione permette la visione corretta e funzionale a diverse distanze intermedie (ad esempio di fronte a una scrivania con PC, tastiera, testo, video, ecc.).^{12,17}

4. *Aree laterali*

Costituiscono le aree adiacenti alle zone per la visione intermedia e per vicino. Queste zone, come detto in precedenza, presentano astigmatismi di superficie superiori a 0,50 D e si hanno valori significativi crescenti di astigmatismo indotto, spostandosi progressivamente lateralmente come distorsione prismatica e aberrazioni di alto ordine, creando una visione laterale sfuocata. All'aumentare dell'addizione, le zone non funzionali diventano generalmente più ampie: la localizzazione delle zone di aberrazione è da ricondursi anche alla lunghezza del canale di progressione, che si riduce con l'aumentare dell'addizione. Uno studio accurato della superficie tende a concentrare l'astigmatismo in zone molto laterali, nasali o temporali, lasciando ampie zone di visione ottimale.^{17,18}

2.3 Principali design

La necessità di ottimizzare gli astigmatismi di superficie e avere una visione più confortevole ha portato alla progettazione di lenti con superfici non sferiche e con canali più ampi, visto che il raccordo risulta più agevole fra le varie zone. Rimangono ancora presenti le distorsioni extrassiali, introdotte dalla variazione della curvatura della superficie progressiva, ma sono distribuite più o meno omogeneamente dando origine a particolari tipologie di lente. I progetti di lenti progressive sono generalmente classificati come design di tipo "hard" o "soft":

- **Tipologia hard**

Questa tipologia di lente privilegia la nitidezza d'immagine nelle zone per lontano e per vicino che risultano ampie ma, contemporaneamente, presentano un corridoio corto (quindi una progressione di potere rapida) e di ampiezza ridotta, con elevate aberrazioni nelle zone non funzionali.

- Tipologia soft

Queste lenti presentano zone per lontano e per vicino più ridotte, ma sono caratterizzate da un corridoio di maggiore ampiezza, in cui le zone periferiche presentano meno effetti disturbanti alla visione. La progressione di potere risulta più dolce sacrificando le porzioni più periferiche della zona per il lontano dove è presente una variazione di potere dovuta all'aumento della curvatura.

Molte limitazioni oggi sono state superate e sempre nuovi progetti si stanno sviluppando per riuscire a superare l'etichettatura in hard e soft e rendere la lente di facile utilizzo per tutti i tipi di attività.^{18,19}

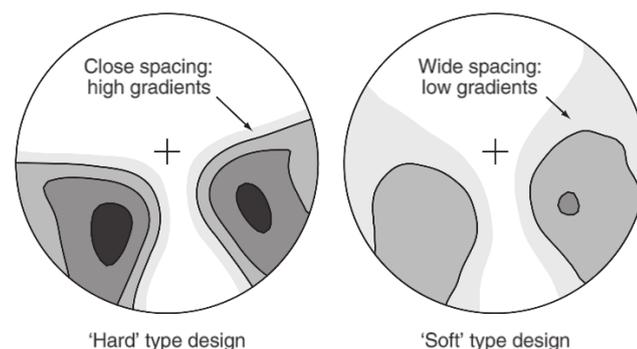


Figura I

L'astigmatismo è distribuito, spazialmente, maggiormente sulla superficie della lente con design morbido (tipologia Soft), che presenta quindi gradienti relativamente bassi di astigmatismo, mentre l'astigmatismo è limitato a regioni più piccole della superficie sulle lenti con design "hard" (tipologia hard) che pertanto presentano gradienti altamente elevati di astigmatismo.

Figura estratta da: Meister, Darryl J., Fisher, Scott W., Progress in the spectacle correction of presbyopia. Part 1: Design and development of progressive lenses, Clinical and Experimental Optometry, 25 ottobre 2007, pag. 245.

Le lenti progressive possono essere a *porto abituale* (lenti che vengono utilizzate nella quotidianità) o per *vicino-intermedio*, cioè le tipologie di lenti che, privilegiando due aree di visione (intermedio e vicino), possono trovare utilizzo in attività lavorative specifiche ad esempio in ufficio; la lente sarà progettata per soddisfare il bisogno visivo nelle aree deputate alla visione ravvicinata e all'area della visione intermedia fino a 2 metri.¹⁸

2.4 Componenti delle lenti progressive

La particolare lavorazione delle lenti progressive, che permette l'aumento della superficie anteriore nella zona di progressione verso l'area del vicino, produce una lente i cui spessori ai bordi risultano squilibrati fra i vari punti: la lente presenterà infatti uno spessore minimo nella parte inferiore e uno spessore più elevato nella parte superiore corrispondente all'area per il lontano in relazione al potere addizionale realizzato sulla lente. Nel centro geometrico o centro di riferimento prismatico (a 2, 4 o 6 mm sotto la croce di centratura per il lontano) possiamo misurare, se presente, il *prisma di alleggerimento*. La differenza di spessore infatti risulta antiestetica e può comportare difficoltà durante il montaggio soprattutto su montature in metallo sottile o a giorno. Tale prisma, a base bassa, realizzato eliminando una porzione di lente equivalente a un prisma a base alta, viene quindi introdotto per ridurre lo spessore della lente (Figura II). Tale prisma, in diottrie prismatiche, varia generalmente tra la metà ed i $\frac{2}{3}$ (da 0,5 a 0,66%) dell'addizione; generalmente nelle lenti progressive a progressione esterna il prisma risulta maggiore rispetto a quelle a progressione interna. Dunque le lenti progressive senza prisma di alleggerimento si individuano per la differenza di spessore che assumono ai bordi del meridiano verticale. Nelle lenti positive questa lavorazione viene applicata di serie, mentre ciò non accade per le lenti negative, in quanto la riduzione dello spessore risulta essere minimo.¹⁸

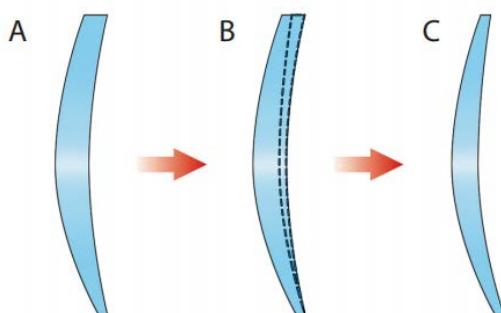


Figura II
Fasi di realizzazione del prisma di alleggerimento nelle lenti progressive.
Figura di Fabiano Editore, 2010.

Affinché il soggetto possa passare da una visione di un oggetto lontano a uno prossimo, risulta fondamentale che la distanza interpupillare per il vicino sia minore rispetto a quella per la visione a distanza, per effetto della convergenza

degli assi visivi. Per questo motivo è stato inserito l'*inset*, ossia uno spostamento, verso la zona nasale, della zona del vicino rispetto alla perpendicolare passante per la croce del lontano. Per anni le varie tipologie di lenti sono state realizzate a *inset fisso*; il valore era dichiarato dalle aziende di 2,4-2,5 mm. Il calcolo per ricavare tale valore è stato effettuato considerando un soggetto con una distanza assi visuali (DAV) di 64 mm, che utilizzi un occhiale con i semplici filtri di presentazione posti a 2,6 cm dal centro di rotazione oculare (DAL) e che il punto di fissazione si trovi a 35 cm di distanza, sempre dal centro di rotazione oculare. La zona di lente utilizzata nella visione per vicino con questi dati risulta essere spostata nasalmente di 2,38 mm. Questo valore tende a cambiare al variare della DAV, della distanza di osservazione, del posizionamento dalla lente (variazione DAL) e dal potere positivo o negativo della lente compensatrice. Nelle lenti progressive l'area del vicino non è un'area centrata, ossia non contiene il proprio centro ottico. Tale centro si trova normalmente posizionato, fuori dall'area, attorno alla verticale passante per il centro del lontano. In questa area risulta quindi essere presente una deviazione prismatica dipendente dal potere dell'area del vicino. I comportamenti visivi in caso di lenti positive o negative sono infatti opposti: una lente positiva obbliga gli occhi a convergere maggiormente, questo a causa della presenza di effetti prismatici base esterna, in caso di lenti negative gli occhi convergeranno meno per la presenza di effetti prismatici base interna. Per ovviare a questa complicazione è stato inserito nel mercato l'*inset variabile*: la zona del vicino viene spostata rispetto alla verticale passante per il centro verso l'area nasale nelle lenti positive e verso l'area tempiale nelle lenti negative. Lo spostamento è determinato dal potere della lente e può andare da 0 a 5 mm per ogni occhio. Le lenti a inset variabile costituiscono un elemento di personalizzazione delle lenti rispetto a una prescrizione standard.^{12,17,18}

2.5 La scelta della lente progressiva

Negli ultimi anni c'è stata un'evoluzione della proposta oftalmica, in cui attraverso l'inserimento di parametri specifici come l'inset o l'avvolgimento della montatura scelta, è possibile personalizzare la lente progressiva in modo da offrire

una correzione visiva estremamente accurata e campi visivi ben più ampi rispetto alle lenti progressive convenzionali facilitando l'adattamento.

Per comprendere visivamente come sono distribuite le aree di aberrazione e quelle di visione confortevole le aziende forniscono delle mappe di valutazione della superficie che forniscono precise e immediate indicazioni sul progetto e la realizzazione delle lenti.

Le mappe più usate sono:

- *La mappa isoastigmatica*

Indica la distribuzione dell'astigmatismo di superficie mediante linee che uniscono i punti della lente con uguale valore. Tale mappa permette di identificare la qualità dell'area del lontano, l'ampiezza e la posizione di quella del vicino, la configurazione del corridoio di progressione, l'ampiezza e la qualità delle aree laterali. Le linee isoastigmatiche presentano intervalli di 0,50D e indicano visivamente un'idea della qualità della superficie.

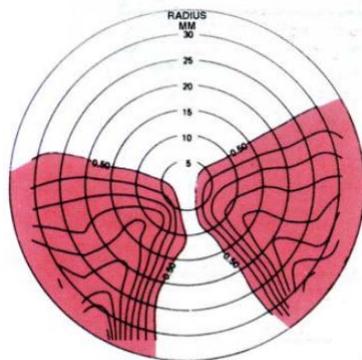


Figura III
Mappa isoastigmatica
Figura estratta da: F. Vargellini,
Compensazione oftalmica della
presbiopia, dispense esterne IBZ,
Zaccagnini, privatisti 1&2, 23 Aprile
2015, pag. 9.

- *I Plateaux spaziali*

Sono la rappresentazione tridimensionale della mappa isoastigmatica senza le indicazioni quantitative.

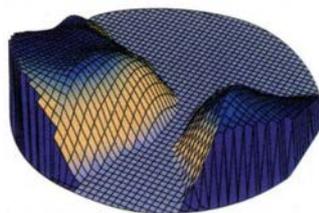


Figura IV
Mappa tridimensionale dell'astigmatismo.
Figura estratta da: F. Vargellini,
Compensazione oftalmica della
presbiopia, dispense esterne IBZ,
Zaccagnini, privatisti 1&2, 23 Aprile
2015, pag. 9.

- *Diagramma di progressione del potere*

Indica la variazione del potere della superficie lungo la linea principale che unisce il centro del lontano con l'ideale area del vicino. Viene definita anche la lunghezza del canale di progressione importante, per definire la lente che meglio si adatti all'attività e alla postura dei soggetti. I canali di progressione sono di lunghezze variabili, fra i 10 e i 18 mm.

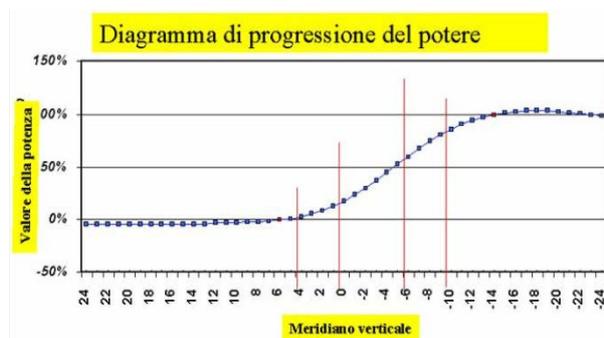


Figura V
 Diagramma di progressione del potere della lente.
 Figura estratta da: G. Reverdy, Principi base delle lenti progressive, Medical Evidence, anno secondo, numero 12, giugno 2009, pag. 3.

- *Le matrici a punti*

Il diagramma mostra le distorsioni introdotte nei vari punti, ma non fornisce nessuna informazione sulla quantità e direzione degli astigmatismi di superficie, attraverso una foto di un reticolo a cerchi attraverso la lente.



Figura VI
 Matrice a punti.
 Figura estratta da: F. Vargellini, Compensazione oftalmica della presbiopia, dispense esterne IBZ, Zaccagnini, privatisti 1&2, 23 Aprile 2015, pag. 8.

- *La mappa dei vettori*

I segmenti indicati sulla mappa sono proporzionali all'astigmatismo presente e l'orientamento ne definisce l'asse.^{14,17}

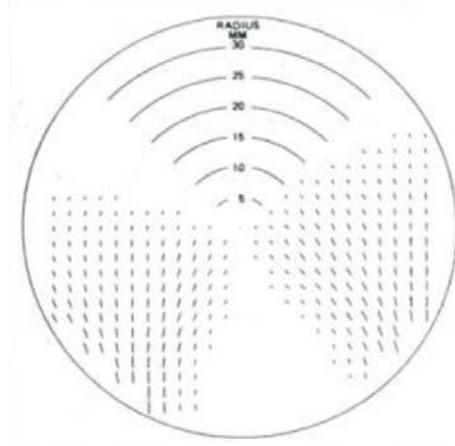


Figura VII

Matrice dei vettori.

Figura estratta da: F. Vargellini, Compensazione oftalmica della presbiopia, dispense esterne IBZ, Zaccagnini, privatisti 1&2, 23 Aprile 2015, pag. 8.

2.6 Punti di forza e limiti delle lenti progressive

Le lenti oftalmiche progressive permettono di compensare, con un solo occhiale, le esigenze visive in diverse condizioni e quindi rendono accettabile il problema della ridotta capacità accomodativa nella visione per vicino in modo quasi naturale se confrontate con le classiche bifocali, togliendo il disagio del segmento visibile per vicino e la doppia immagine nella zona di passaggio tra il lontano e il vicino. Questa tipologia di lenti, infatti, viene scelta anche per motivi puramente estetici. Soggetti che svolgono un'attività professionale dinamica che necessitano di vedere a varie distanze è consigliabile l'utilizzo di un unico paio di occhiali per ogni distanza, al contrario il portatore che non ha particolari necessità non trarrebbe specifici vantaggi se non di tipo estetico. Nei soggetti ottimi portatori dell'occhiale bifocale dovrà essere spiegato che non sarà possibile un confronto della prestazione con il nuovo sistema poiché trovandosi bene con la lente bifocale potranno presentare più difficoltà nell'adattarsi alle lenti progressive.^{11,12}

Naturalmente anche le lenti progressive presentano dei limiti; l'utilizzo di queste lenti, come per le monofocali, con la presenza di una anisoametropia superiore a 1,50 D, comporta la formazione di un effetto prismatico diverso tra i due occhi provocando disturbi della visione binoculare con sintomi di astenopia e diplopia.

Un'ametropia astigmatica elevata tende a rendere disagiata l'adattamento per la diversa distribuzione delle distorsioni periferiche negli assi obliqui. Quindi eteroforie elevate, riserve fusionali ridotte, difficoltà nella motilità oculare o addizioni diverse tra i due occhi possono comportare difficoltà di adattamento alla nuova soluzione correttiva. L'adattamento risulta difficoltoso anche in persone affette da disturbi dell'equilibrio psico-motori, come malattie cerebrali o arteriosclerosi.¹²

Capitolo 3: Prescrizione delle lenti progressive

3.1 Test preliminari

L'ottico e l'optometrista, per fornire al portatore la lente oftalmica progressiva più efficiente e funzionale, devono svolgere, oltre a un corretto e preciso esame refrattivo, anche una valutazione degli aspetti funzionali della visione binoculare. Per questo è importante misurare la qualità della visione evidenziando l'eventuale presenza di una fragilità binoculare attraverso, ad esempio, il cover test che dà indicazioni sulla qualità e la quantità della visione binoculare e in particolare permette di identificare eterotropie (strabismi) ed eteroforie (deviazioni latenti) orizzontali, verticali e miste o anche il test del punto prossimo di convergenza (PPC), il quale può indicare la presenza di insufficienza di convergenza oppure l'analisi delle riserve fusionali positive e negative. Il professionista può, a ragione, sconsigliare le lenti progressive in presenza di tropie o condizioni di lavoro non adeguate o avvisare di specifiche difficoltà come in condizione di foria elevata.¹²

I test che ci forniscono informazioni sulle abitudini visive dell'individuo e che sono utili a determinare la lunghezza e il tipo di canale di progressione sono:

- A. Test della dominanza oculare
- B. Studio spaziale della centratura
- C. Motilità oculare: inseguimenti oculari e rotazioni oculari
- D. Fissazioni saccadiche
- E. Binocularità e dissociazione (I°, II°, III° grado della fusione)

A. Test della dominanza oculare

Questo test, eseguito sia per lontano che per il vicino, permette di valutare l'occhio dominante. Esso viene eseguito con illuminazione ambientale e correzione abituale. Il test per lontano viene svolto proiettando una mira puntiforme e chiesto al soggetto di distendere le braccia con in mano un cartoncino forato e di fissare con entrambi gli occhi aperti la mira nel foro. Occludendo prima un occhio e poi l'altro è possibile evidenziare, in base a quando il soggetto indicherà che la mira scompare, l'occhio dominante per la visione da

lontano. Il test per vicino è molto simile, ma sul cartoncino viene applicata una striscia di specchio sul quale il soggetto deve osservare il riflesso del proprio naso. L'occhio che continua a vedere il naso, dopo aver occluso un occhio e poi l'altro, risulta essere quello dominante per la visione da vicino.

Questo test risulta fondamentale in caso la dominanza oculare fosse diversa per il vicino e per il lontano, ciò indicherebbe un'impossibilità di equilibrio percettivo, sarà perciò necessario fornire addizioni leggermente diverse fra i due occhi.²⁰

B. Studio spaziale della centratura

Il test ha lo scopo di verificare se la postura abituale del soggetto può determinare dei problemi di binocularità. La misurazione fondamentale è la distanza di lettura che deve essere pressoché uguale alla distanza di Harmon, ossia alla distanza che intercorre tra gomito e prima falange del dito indice del soggetto.

Possono essere distinte quattro posture diverse:

Postura ideale : la distanza riflessa di lettura corrisponde alla distanza di Harmon o dista da essa 5 cm. In questo caso la binocularità è garantita anche durante un impegno visivo prolungato da vicino. L'organizzazione motoria dell'organismo è in armonia con le esigenze dell'impegno visivo e opera con la massima efficacia, facilità e flessibilità.

Postura accettabile: la distanza riflessa di lettura è inferiore alla distanza di Harmon ma superiore alla distanza di recupero. Anche in questo caso, la distanza riflessa di lettura è situata in una zona di binocularità consolidata. L'organizzazione motoria è ancora in armonia con le esigenze ambientali.

Postura mediocre: la postura riflessa di lettura è situata tra la distanza della rottura e del recupero della visione binoculare. L'organismo evidenzia una distorsione come mezzo di adattamento allo stress del lavoro imposto, ciò rappresenta una carenza d'efficienza. L'individuo opera in una zona di binocularità fragile e l'organizzazione motoria non è più in armonia con le esigenze ambientali.

Postura inaccettabile: la distanza riflessa di lettura è inferiore al punto di rottura. In questo caso, il soggetto opera in una zona di monocularità. Ciò corrisponde ad una mancanza di efficienza e porterà l'individuo ad evitare l'impegno visivo da vicino. L'equilibrio richiede un ammontare eccessivo di energia visiva e posturale.

La postura assunta dal soggetto può quindi determinare l'incapacità di lavorare in una condizione efficiente; non necessariamente indica problemi di natura binoculare, infatti potrebbe essere sufficiente modificare la propria postura per ripristinare l'equilibrio.

Il professionista deve verificare che la distanza abituale di lettura sia in posizione di sicura binocularità, ecco perché è auspicabile che essa coincida con la distanza di Hamon.^{20,21}

C. Motilità oculare: inseguimenti oculari e rotazioni oculari

L'analisi della motilità oculare ha l'obiettivo di verificare la corretta capacità di seguire con gli occhi una mira che compie movimenti lineari e che si muove con movimenti rotatori. Sia gli inseguimenti oculari che le rotazioni oculari si effettuano con illuminazione ambientale, con correzione abituale e con l'utilizzo di una mira puntiforme o pen-light posta ad una distanza medio-vicina in corrispondenza del riflesso visuo-posturale. Nel primo test si impongono dei movimenti di carattere lineare che consentono di osservare il lavoro di ognuno dei muscoli oculari estrinseci. Nel secondo test si effettuano dei movimenti della mira circolari in modo da valutare la sinergia dei muscoli intraoculari. I movimenti devono essere fluidi e continui senza saccadi (scatti). L'incapacità di osservare in alcune direzioni e di mantenere una corretta visione binoculare comportano lo sconsiglio dell'utilizzo delle lenti oftalmiche progressive per le caratteristiche che esse presentano e la necessità di una motilità oculare intatta.²⁰

D. Fissazioni saccadiche

Questo test permette di valutare la coordinazione dei due occhi e quindi verificare la corretta capacità di localizzare con gli occhi un bersaglio. Il test viene eseguito

con mire puntiformi a media distanza, con illuminazione ambientale e correzione abituale. Si analizza la precisione del movimento del passare da una mira ad un'altra. Spesso tali movimenti sono associati a piccole saccadi di riallineamento considerate nella norma e da leggeri ritardi di un occhio rispetto all'altro, privi di conseguenze, a patto che non compromettano la visione binoculare con soppressione o diplopia. Le lenti oftalmiche progressive richiedono dei movimenti saccadici verticali molto precisi; risulta quindi fondamentale valutare questi movimenti per consigliare tali lenti ed un corretto corridoio di progressione.^{19,20}

E. Binocularità e dissociazione (I°, II°, III° grado della fusione)

I gradi della fusione, come i test della motilità oculare, forniscono utili informazioni sulle abitudini visive dei soggetti. Durante la visione binoculare si presentano vari fenomeni che Worth, nel 1915, classificò nei tre gradi principali della percezione binoculare:

I° Percezione simultanea (diplopia)

II° Fusione

III° Stereopsi

L'ordine delle tre capacità non è casuale poiché la fusione presuppone la presenza della percezione simultanea e la stereopsi la presenza della fusione. Per i primi due gradi ne viene valutata clinicamente la presenza o l'assenza, mentre per il terzo grado ne viene valutata l'entità. Nella pratica clinica si verifica inizialmente la presenza di stereopsi, in quanto rappresenta una sufficiente prova di normale fusione binoculare.

Per *percezione simultanea* si intende la capacità del soggetto di vedere doppio, cioè la percezione contemporanea delle immagini dei due occhi. Questa capacità presuppone l'assenza della soppressione di uno dei due occhi diventando sinonimo di binocularità. La presenza del primo grado della fusione può essere valutato con il test del prisma verticale, anche detto della diplopia.

Il test per la presenza della *fusione* permette la valutazione delle capacità binoculari del soggetto ed è caratterizzato da un doppio aspetto: motorio e

sensorio. La funzione motoria implica l'attività dell'apparato muscolare per posizionare su aree corrispondenti le immagini dell'oggetto d'interesse, mentre la fusione sensoriale è relativa alla capacità della psiche di ricavare una rappresentazione visiva singola e unitaria a partire da due immagini retiniche simili. Tale capacità viene acquisita durante l'infanzia, in caso contrario è persa definitivamente. Il test del filtro rosso, che consiste nell'anteposizione di un filtro rosso ad un occhio, permette di valutare la capacità fusionale del soggetto: egli dovrà infatti percepire la mira luminosa bianca di colore "rosa" in quanto prodotto dell'unione dell'immagine bianca di un occhio e rossa dell'altro.

Il test della *stereopsi* consente di valutare la capacità di percepire la terza dimensione; grazie alla diversa posizione lungo l'orizzonte dei due occhi, le immagini retiniche di uno stesso oggetto risultano leggermente differenti determinando una disparità retinica binoculare orizzontale tra le due immagini. Nonostante ciò le due immagini vengono fuse in una e la disparità viene sfruttata dalla psiche per avere informazioni sulla profondità e sulla posizione spaziale dell'oggetto. Esistono vari test per valutare l'entità della stereopsi come il test di Wirt (o della mosca) che sfrutta le caratteristiche dei filtri polarizzanti per fare in modo che un occhio osservi una parte della mira e l'altro occhio l'altra parte determinando la percezione della tridimensionalità.

Questi test possono risultare utili per consigliare in maniera opportuna i soggetti e garantire loro una buona accettazione della prescrizione progressiva.

Come anticipato nel capitolo precedente, rilevanti difficoltà nei movimenti oculari possono determinare seri limiti di utilizzo delle lenti oftalmiche progressive e in questi casi risulta opportuno proporre una soluzione a canale di progressione non troppo lungo. Per quanto riguarda le difficoltà nell'approccio posturale esse possono essere risolte aiutando il portatore a modificare il proprio spazio visivo in modo da arrivare ad una condizione di binocularità più solida. In ultimo, le indagini sulla binocularità possono essere un campanello d'allarme su situazioni di fragilità che potrebbero aggravarsi con l'utilizzo della prescrizione oftalmica portando all'insuccesso.^{6,20}

3.2 Scelta della montatura

Comunicare con il portatore risulta fondamentale in quanto significa ottenere tutte le informazioni per conoscere le sue esigenze visive. Lo stile di vita e l'occupazione del soggetto sono elementi che, se conosciuti, possono risolvere con grande successo la fornitura di un occhiale progressivo, come di qualunque ausilio visivo.¹⁴

Anche la scelta della montatura è sicuramente un altro punto fondamentale per progettare un dispositivo medico su misura, qual è l'occhiale da vista, che tenga conto di centrature, spessori, angolo pantoscopico, avvolgimento, distanza apice corneale lente e tutti quei parametri che permettono una visione confortevole e con il minor numero di compromessi. A maggior ragione questo avviene anche per la lente progressiva. La moda impone alcuni format e design che a volte non coincidono con la scelta più tecnica e vanno fatte delle scelte prima di tutto funzionali.

Un occhiale deve poter essere adeguato e adattabile al volto del soggetto e oltre a caratteristiche di compatibilità dei materiali e gradevolezza estetica dovrebbe, dal punto di vista tecnico e funzionale, poter avere:

- a) una forma regolare e un anello ampio, in quanto una lente progressiva può presentare una distanza tra i due centri del lontano-vicino che va da 13 a 17 mm con decentramento orizzontale della zona del vicino che può variare tra i 2 e i 4,5 mm. La forma non deve penalizzare queste caratteristiche ed è fondamentale prestare particolare attenzione alla zona inferiore utilizzata per la zona del vicino. Dovranno, quindi, essere sconsigliate forme a goccia o particolarmente sfuggenti nella parte inferiore ed eccessivamente 'corte' sull'asse longitudinale. Viene, quindi, valutata la distanza tra il centro pupillare e il bordo inferiore dell'anello in modo da evitare che una distanza troppo limitata, durante il montaggio, rischi di tagliare la zona dedicata al vicino.

- b) il calibro della montatura deve essere scelto compatibilmente con i diametri delle lenti disponibili. Inoltre è raccomandata la scelta di una montatura che presenti uno scartamento simile, se non uguale, alla distanza interpupillare del soggetto; questo permette di ridurre il diametro della lente e ottimizzare gli spessori e i decentramenti.
- c) la lunghezza delle aste deve consentire la massima stabilità davanti agli occhi; un occhiale poco stabile propone porzioni di lente non congrue con la postura, determinando difficoltà di adattamento. Inoltre è fondamentale il rispetto della distanza apice corneale lente valutata in sede refrattiva (solitamente di circa 13 mm).
- d) le aste e il frontale devono consentire la corretta regolazione dell'angolo pantoscopico di circa 8-12° verso l'interno rispetto al piano frontale, in modo tale da mantenere costante la distanza delle lenti dal centro di rotazione degli occhi quando si passa dal lontano al vicino.
- e) l'avvolgimento del frontale deve essere intorno ai 5° in modo tale che la distanza apice corneale lente rimanga omogenea. Le montature in acetato, prodotte da lasta di spessori inferiore ai 6 mm, con il calore del volto possono perdere la curvatura iniziale data dal costruttore, è quindi opportuno prestare particolare attenzione alla proposta di questo tipo di montature.¹²

Dopo aver scelto la montatura è fondamentale misurare la centratura per rilevare l'altezza esatta cui dovranno essere montate le lenti progressive. Per fare ciò è possibile utilizzare diversi metodi, dall'autocentratore alla centratura manuale per la quale è necessario fissare, con un pennarello indelebile, sulla lente di presentazione di ambo gli occhi, il punto dove cadono gli assi visivi con lo sguardo in posizione primaria. Tale punto coincide con il centro pupillare. Per non commettere errori di parallasse è basilare porsi perfettamente di fronte al cliente. Durante la marcatura, il soggetto, con il capo in posizione eretta, deve fissare l'occhio omolaterale, a quello su cui si sta lavorando, dell'esaminatore. Un'attenta misurazione evita di commettere errori sulla centratura delle lenti progressive; spesso tale misura scorretta diventa causa di un mancato

adattamento. Risulta fondamentale misurare anche le semidistanze interpupillari per l'occhio destro e sinistro, sia per lontano che per vicino, in modo tale che una volta centrate le lenti, il corridoio di progressione sia uniforme nei due occhi e le zone dedicate alla visione siano utilizzate nelle migliori condizioni. Tale misurazione si effettua mediante l'interpupillometro o se ben utilizzato un semplice righello.

Un parametro importante da verificare è l'altezza del centro pupillare rispetto al segmento inferiore della montatura: solitamente non dovrebbe essere inferiore a 22 mm, in caso contrario si utilizzano canali di progressione più corti rispetto a quelli abituali. La posizione verticale del centro pupillare non dipende solo dalla dimensione del cerchio della montatura, ma anche dall'altezza a cui sono inserite le aste e da come l'occhiale calza sul volto del soggetto.^{14,22}

3.3 Problematiche all'uso e loro risoluzione

Quando l'occhiale non è perfettamente adattato al portatore possono comunemente insorgere sintomi che il soggetto manifesta come difficoltà nella visione.

Visto che la lente progressiva è caratterizzata da tre zone continue diverse, la mancata visione ottimale può presentarsi diversamente su tali aree.

La visione non ottimale per la distanza remota nelle aree periferiche può verificarsi quando il sistema correttivo rimane posizionato troppo in alto o per la scarsa qualità ottica delle lenti proposte. Se il soggetto non riesce ad adattarsi sarà necessario sostituire l'occhiale per migliorare la centratura delle lenti o sostituire le lenti con altre con zone per il lontano aventi diverse caratteristiche. La performance può aumentare utilizzando le aree periferiche delle lenti oppure con il contributo della zona superiore delle lenti o ancora con il contributo del canale di progressione; quando muovendo il capo risulta visibile, da parte del portatore, una qualità visiva migliore è necessario controllare il centraggio della lente ed eventualmente correggere la posizione e la centratura dell'occhiale per risolvere tale problema. Potrebbe essere necessario anche controllare la visita optometrica e verificare la correttezza di tutti i parametri presi al momento dell'esame refrattivo; quando la visione aumenta con il contributo del canale di progressione è possibile

una sotto correzione delle ipermetropie o una ipercorrezione nelle miopie. Quando la performance diminuisce in ambienti scarsamente illuminati è necessario, anche in questo caso, ricontrollare l'esame refrattivo in quanto questo problema può essere dovuto a una ipercorrezione nelle ipermetropie, sottocorrezione nelle miopie o errori in fase di bilanciamento oppure a un errato posizionamento dell'ausilio che rimane centrato troppo in alto; in questo caso si modifica la centratura o la posizione dell'occhiale. I soggetti possono lamentare anche diplopia, accompagnata da nausea; la risoluzione consiste nell'inserimento di una eventuale correzione prismatica per la presenza di anomalie della visione binoculare (eteroforie compensate con difficoltà) o di prismi di alleggerimento simili tra i due occhi per la presenza di una elevata anisoametropia.¹⁴

La visione diventa non ottimale per le distanze intermedie quando è insufficiente la qualità visiva in un solo occhio dovuta alla correzione mancante dell'ametropia sferica e astigmatica monoculare o per errori nella fase di bilanciamento oppure anche quando il sistema correttivo non si mantiene centrato correttamente. In questo caso diventa necessaria una nuova visita optometrica, modificare l'assetto dell'occhiale ed eventualmente sostituire le lenti. La visione si riduce alle medie distanze anche quando l'addizione non è corretta completamente o per un'errata valutazione dell'angolo pantoscopico e della distanza apice corneale lente. Potrà essere necessario continuare con l'adattamento alla nuova correzione che può richiedere una modificazione della postura del capo e del movimento degli occhi per avere un corretto utilizzo di tale ausilio. Se non avverrà l'adattamento sarà necessario cambiare il tipo di lente con zone funzionali diverse oppure ritornare al vecchio sistema correttivo o al bifocale. La visione sfuocata può essere un sintomo, anche in questo caso, dovuto all'addizione scorretta o a una montatura posizionata in modo errato e che presenta valori scorretti dell'angolo pantoscopico e della distanza apice corneale lente. La soluzione a tale problema è, come nel precedente caso, la modificazione o sostituzione dell'occhiale o delle lenti.

La visione non ottimale per la distanza prossima può verificarsi in combinazione a: un campo visivo insufficiente, diplopia e occhiale sistemato correttamente. Nel caso in cui l'occhiale sia posizionato e centrato correttamente, le difficoltà nella visione possono essere dovute a una correzione insufficiente dell'ametropia

sferica, astigmatica o dell'addizione oppure alla scarsa qualità ottica delle lenti proposte. In caso di diplopia durante la visione ravvicinata sarà necessaria una prescrizione con una eventuale correzione prismatica o l'inserimento di prismi di alleggerimento pressoché simili tra i due occhi. Per quanto riguarda il campo visivo insufficiente potrà essere necessario continuare con l'adattamento e nel caso il soggetto non riuscisse ad abituarsi è consigliabile rivalutare la centratura delle lenti, modificare la geometria precedentemente scelta o consigliare l'occhiale bifocale in base all'attività principale del portatore. Quando invece la performance aumenta con il contributo delle zone più basse del canale di progressione la causa di tale problema è un'addizione insufficiente o una calzatura scorretta dell'occhiale. La soluzione consiste nella sistemazione o sostituzione dell'occhiale per migliorare l'inclinazione e la centratura delle lenti ed eventualmente, se il problema persiste, una nuova prescrizione.^{12,14,23}

La difficoltà di adattamento iniziale può esserci in particolare per persone non più giovanissime che magari cominciano ad avere problematiche fisiche legate a una minore elasticità e che possono compromettere stabilità ed equilibrio.

L'equilibrio è determinato da una complessa interazione tra strutture periferiche e strutture centrali; l'integrazione è tale che il malfunzionamento di uno qualsiasi dei componenti del sistema determina un disturbo di equilibrio.²⁴ La lente progressiva, in alcuni casi, può determinare una dissociazione sensoriale, ovvero una considerazione scorretta dello spazio, per la presenza di residui di astigmatismo di superficie che alterano la realtà osservata e una dissociazione motoria, cioè una difficoltà nei movimenti, per la presenza di eventuali deviazioni prismatiche incongrue. L'università di Sidney ha svolto, a tal proposito, uno studio, pubblicato sulla rivista *British Medical Journal*, che ha evidenziato una correlazione tra la perdita di equilibrio di molte persone oltre i 65 anni e l'utilizzo di lenti multifocali. Queste lenti devono quindi essere sconsigliate a quei soggetti fragili che passano molto tempo all'aria aperta in quanto alterano la percezione dello spazio e aumentano il rischio di caduta; la scelta dell'occhiale monofocale viene considerata la migliore soluzione. In ambienti domestici, in cui lo spazio è

conosciuto e più ristretto, le lenti progressive possono essere utilizzate con meno rischi e disagi.²⁵

3.4 Controllo della lente progressiva

Quando si consegna l'occhiale progressivo, si deve far calzare l'occhiale correttamente sul volto del soggetto e avere particolare cura nel controllare:

- I. che la croce di centratura coincida con il centro pupillare; la tolleranza è molto ridotta (0,5 mm).
- II. che l'angolo pantoscopico sia di circa 15°.
- III. che la distanza apice corneale lente rispetti quella utilizzata durante la misurazione o sia di circa 13 mm.
- IV. la regolazione delle aste ed eventualmente dei naselli.¹⁴

L'occhiale centrato e sistemato nel modo più corretto possibile deve garantire il massimo comfort.

Terminata la regolazione dell'occhiale progressivo, prima di consegnare l'occhiale, viene tolta la tracciatura stampata dal costruttore, ma questo non impedisce successivamente di ritrovare i parametri ottici che caratterizzano la lente. La centratura delle lenti è una condizione basilare affinché l'occhiale progressivo possa essere ben tollerato. A questo scopo, esistono sulla lente due marcature dell'addizione, poste nelle zone laterali e distanti tra loro 34 mm. Queste marcature indelebili, visibili anche ad occhio nudo, devono essere messe in corrispondenza a quelle disegnate sul *regolo comparatore*, che tutte le aziende produttrici di lenti forniscono. A questo punto si possono, con un pennarello, ricopiare per trasparenza sulla superficie i punti di riferimento della lente:

- a) per lontano
- b) per vicino
- c) il centro geometrico
- d) la croce di centratura
- e) la marcatura dell'addizione
- f) il tipo di lente, qualora sia indicato dal costruttore.

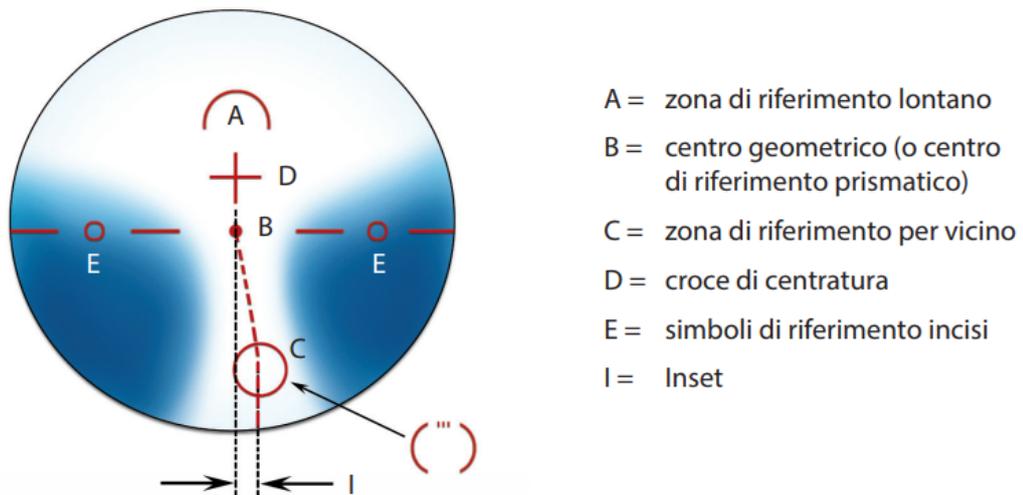


Figura VIII
 Rappresentazione di una lente progressiva con la presenza della tracciatura.
 Figura estratta da: Manuale pratico di Vision Care, L. Mele, N. Pescosolido, S. Abati, Presbiopia Lenti progressive ed evolute, centro studi Salmoiraghi&Viganò, maggio 2017, pag. 40.

Eventualmente, non possedendo i regoli dall'azienda, è possibile determinare la tracciatura, senza comparatore, avendo delle distanze di riferimento. Con un pennarello, segnato il centro pupillare sulla lente, è possibile poi evidenziare:

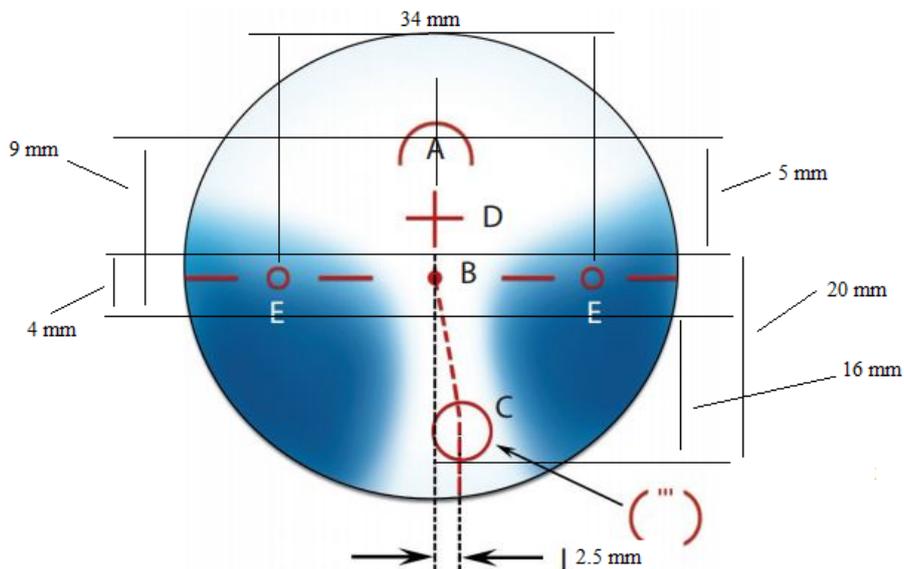


Figura IX
 Tracciatura senza comparatore, distanze di riferimento.
 Figura modificata da: Rossetti A, Lenti e Occhiali, Medical books, 2003, pag. 406, figura 4.6.37. e Manuale pratico di Vision Care, L. Mele, N. Pescosolido, S. Abati, Presbiopia Lenti progressive ed evolute, centro studi Salmoiraghi&Viganò, maggio 2017, pag. 40, figura 3a.14.

- a. 5 mm più in alto il potere per lontano.
- b. 20 mm più in basso e a 2,5 mm nasalmente il potere per vicino.
- c. 3 o 4 mm più in basso il centro geometrico
- d. in riferimento alla linea orizzontale che divide la lente a metà e passa per il centro geometrico troviamo:
 - a circa 9 mm più in alto il potere per lontano
 - a circa 16 mm più in basso il potere per vicino.

Di norma dopo la consegna dell'occhiale è bene far eseguire al cliente, con l'occhiale indossato, delle operazioni visive che abitualmente farà nella vita quotidiana. Sarà quindi chiesto di guardare lontano, leggere uno scritto e camminare in modo tale che, se ci sono delle difficoltà, legate alla regolazione dell'occhiale, esse possano essere risolte subito.^{12,14,23}

3.5 Istruzioni al portatore

Alla consegna dell'occhiale progressivo, il portatore deve essere istruito sugli accorgimenti che gli permetteranno di utilizzare al meglio l'ausilio correttivo; è quindi indispensabile avvisare il soggetto che potrà essere necessario un periodo di adattamento.

Sarà utile istruire il portatore facendogli rispettare alcune regole:

- per la visione del lontano, il soggetto non deve spostare la testa all'indietro in quanto il canale di progressione può interferire con la visione.
- per la visione ravvicinata, il soggetto non deve spostare la testa troppo in avanti, ma deve muovere gli occhi nella zona della lente adibita alla visione prossima.
- per guardare oggetti posti lateralmente, il soggetto deve muovere, oltre agli occhi, anche la testa in modo tale che le aberrazioni che si trovano nelle zone periferiche non alterino la visione.²⁶

Queste regole durante il periodo di adattamento possono determinare sintomi di astenopia, disagio e difficoltà nella localizzazione spaziale degli oggetti in movimento; è quindi opportuno consigliare al portatore di evitare, inizialmente, di

utilizzare tali lenti durante attività in cui l'elemento prevalente è quello dinamico, come nella guida, in quanto possono ridurre i tempi di reazione.

Un esercizio pratico da svolgere, in un ambiente conosciuto e abituale, può essere quello di guardare, inizialmente seduti, un oggetto lontano poi provare a leggere un libro o un articolo e successivamente guardare un oggetto posto a distanza intermedia, ripetere poi questi tre movimenti più volte. In seguito il soggetto potrà alzarsi, camminare e provare a raccogliere qualcosa a terra o prendere qualcosa posto in alto. Questo esercizio risulta molto semplice, ma estremamente utile in quanto aiuta il portatore a conoscere le varie zone della lente e impara come muovere la testa e l'occhio nelle varie attività. Fondamentale sarà durante il primo periodo, come detto nelle regole, assecondare con la testa i movimenti degli occhi nella visione laterale, anche se i nuovi modelli di lenti hanno ridotto di molto le distorsioni periferiche consentendo una rotazione degli occhi più ampia e un movimento della testa minore.

Le nuove lenti progressive hanno ottimizzato le zone dedicate al vicino, quindi durante la lettura, la postura si avvicina abbastanza a quella naturale, ma rimangono ancora delle differenze cui il nuovo utente dovrà abituarsi.

Impiegare del tempo per educare il soggetto all'utilizzo di questa lente è fondamentale; affrontare tutti i possibili problemi ai quali può andare incontro, ridurranno le paure iniziali e disporrà il soggetto ad avere ottimi risultati con queste lenti. Uno dei problemi più comuni che spesso viene riscontrato dai nuovi portatori è durante la guida; essi lamentano di non vedere in modo ottimale, come invece, precedentemente, con l'occhiale monofocale; questo può essere dovuto al sedile dell'auto posto in una posizione reclinata che comporta l'utilizzo di una zona sbagliata della lente in cui gli occhi saranno focalizzati nell'area intermedia o di lettura e la visione risulterà, perciò, sfocata a distanza. Ciò si verifica anche mentre si guarda la televisione in una posizione reclinata.

Terminato l'adattamento, i disturbi sono destinati a sparire e l'occhiale progressivo diventerà il principale sistema correttivo.^{12,26,27}

Capitolo 4: Studio sperimentale

4.1 Selezione dei soggetti

Lo scopo dello studio sperimentale è stato quello di evidenziare, attraverso la compilazione di un questionario, le ragioni iniziali che hanno spinto i soggetti ad avvicinarsi alle lenti oftalmiche progressive, i timori che potevano avere prima di iniziare il loro utilizzo oltre che l'individuazione delle difficoltà che possono insorgere i primi giorni e il raggiungimento del comfort oppure il mancato adattamento che ha spinto i soggetti ad allontanarsi da tale soluzione correttiva.

La ricerca è stata condotta su vari gruppi di persone, in particolare: su soggetti che avevano avuto l'intenzione di utilizzare le lenti oftalmiche progressive ma che, o per timore o per consiglio di amici o familiari, sono stati influenzati a ritardare o a evitare l'uso di tale correzione, su persone che hanno iniziato il loro utilizzo da poco e su persone che utilizzano queste lenti da più di un anno. I soggetti che si sono resi disponibili a tale ricerca sono stati individuati all'interno del centro ottico in cui ho svolto il tirocinio curricolare e dai vari conoscenti che utilizzano lenti oftalmiche progressive. La ricerca di tali persone non è stata complessa perché sempre più individui si avvicinano a questo tipo di correzione o vogliono avere delle informazioni per conoscerle ed utilizzarle. I soggetti analizzati sono ametropi che effettuano regolarmente controlli della vista rivolgendosi a ottici, optometristi o medici oculisti e hanno iniziato a portare gli occhiali quasi tutti in età adolescenziale e che con il progredire dell'età hanno dovuto far fronte al problema della presbiopia.

4.2 Materiali e metodi

I dati dello studio sperimentale sono stati ricavati dalla somministrazione di un questionario libero, previo consenso informato dei dati, con domande sia, a risposta multipla che aperte, considerate semplici e ben formulate, e dai singoli dispositivi su misura in uso dai soggetti.

Alcune tra le domande del questionario a risposta multipla potevano avere più risposte; ai fini dell'analisi statistica le risposte sono state numerate secondo priorità.

Il questionario è composto da 21 domande. La parte iniziale, generale, poteva essere compilata da chiunque, anche da coloro che non utilizzano le lenti oftalmiche progressive, e aveva lo scopo di definire il tipo di professione del soggetto evidenziando specifiche valutazioni sulla scelta della geometria della lente, eventuali controindicazioni e considerazioni su quante volte i soggetti si sottopongono a controlli visivi e a chi si rivolgono e i motivi che hanno spinto i soggetti ad avvicinarsi o allontanarsi da tale soluzione correttiva e le informazioni che avevano su essa.

La seconda parte è composta da dati tecnici compilati dall'operatore e domande specifiche rivolte solo a coloro che già portano e utilizzano le lenti oftalmiche progressive e sul tempo di adattamento, su cosa è stato più difficile nel primo periodo, se si sono adattati e infine se consiglierebbero tale soluzione correttiva.

4.3 Analisi statistica

Attraverso l'utilizzo di Excel, le varie risposte sono state raccolte all'interno di una tabella. Per ogni domanda a risposta multipla, con variabili di tipo qualitativo, è stato necessario numerare le varie risposte in modo tale da analizzare le diverse percentuali di scelta delle varie possibilità. All'interno di un foglio Excel, nominato "Code book", è stato assegnato a ogni risposta un codice che è stato inserito nella tabella "Data set" (appendice C) contenente tutti i questionari raccolti. Lo stesso è stato fatto per le domande a risposta aperta e di tipo quantitativo formando delle classi a cui è stato assegnato un codice diverso.

P.3

Occupazione	Codice
Operaio	1
Impiegato	2
Libero profess.	3
Casalinga	4
Pensionato	5
Disoccupato	6
Altro	7

P.6

Frequenza controlli	Codice
mese	1
< 5 mesi	2
< 1 anno	3
<2 anni	4
<3 anni	5
Oltre 3	6

Alcune tabelle all'interno del "Code book", foglio Excel, utilizzato nell'analisi statistica dei dati (vedi appendice B).

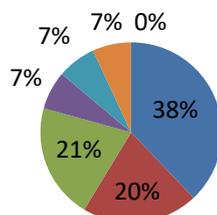
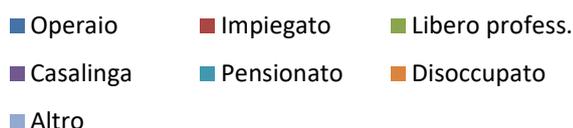
Capitolo 5: I risultati

5.1 Risultati descrittivi

Le persone che si sono rese disponibili alla compilazione del questionario sono state 29; di queste 15 (il 52%) appartengono al sesso femminile e 14 (il 48%) al maschile. L'età dei soggetti va dai 40 ai 75 anni; la media è di 54 anni.

I soggetti analizzati svolgono per lo più un lavoro dinamico come l'operaio e il libero professionista, altri un lavoro più statico come l'impiegato. Il grafico riassume le percentuali dei vari settori:

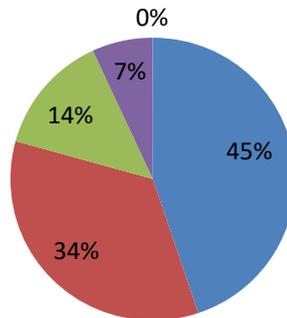
Occupazione



Molti soggetti dicono di ricorrere a questo tipo di correzione per avere una praticità maggiore durante il lavoro e non avere quindi il disagio del doppio occhiale lontano e vicino da dover cambiare.

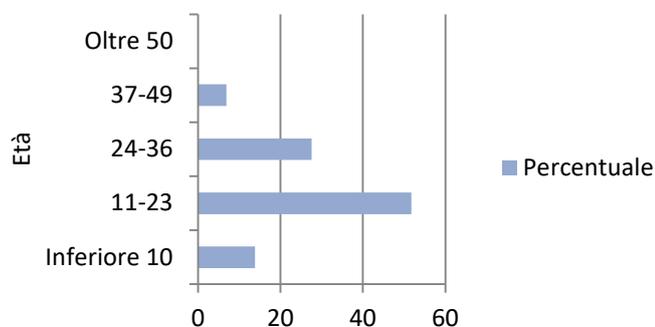
Perché vuole usare le lenti progressive?

- Per non avere due occhiali
- Per lavorare meglio a tutte le distanze
- Perché me le hanno consigliate
- Perché ci vedo meglio
- Non le voglio usare

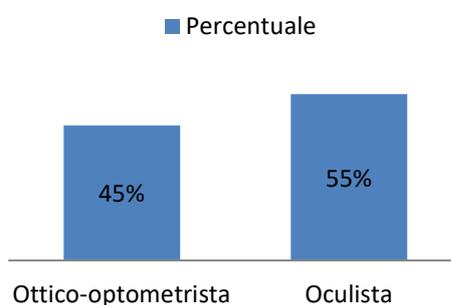


La maggior parte delle persone analizzate hanno iniziato a portare gli occhiali in età adolescenziale, alcuni anche dopo i 24 anni. Essi si sottopongono a controlli visivi, fin dall'infanzia, almeno ogni due anni (di media). I soggetti analizzati, che hanno superato i 60 anni, effettuano una visita oculistica ogni anno in quanto presentano l'esigenza di controllare la pressione intraoculare. I soggetti che presentano una refrazione costante tendono a fare una visita di controllo circa ogni tre anni dall'ottico o dall'optometrista senza ricorrere al medico se non per particolari necessità. La percentuale delle persone che si rivolge all'ottico o all'optometrista è del 45% , all'oculista invece il 55%.

Età a cui i soggetti hanno iniziato a portare gli occhiali



A chi si rivolge per il controllo visivo



Tutti i soggetti che hanno compilato il questionario sapevano, la prima volta che hanno richiesto le lenti oftalmiche progressive, che esse sostituiscono i due occhiali da vicino e da lontano, che fanno vedere a tutte le distanze e che sono molto vantaggiose per chi lavora a varie distanze; in pochi erano a conoscenza del periodo di adattamento.

Tra i 29 partecipanti allo studio sperimentale 23 facevano già uso delle lenti progressive, 6 non le portavano, ma hanno manifestato il desiderio di usarle e 1 sola persona ha detto di non usare le lenti oftalmiche progressive perché ne ha sentito parlare male. Il timore di questa persona, che ha superato i 60 anni, è quello di poter cadere in quanto presenta già alcuni problemi di mobilità. Per quanto riguarda gli altri intervistati, sia chi non usava ancora l'ausilio che chi già lo utilizzava, in pochi hanno manifestato timori: il 38% ha risposto di non aver avuto alcun timore prima di provare le lenti progressive, il 28% aveva qualche timore di non adattarsi, il 17% ne ha sentito parlare male e il 14% aveva paura di non vedere bene.

Prima di analizzare la seconda parte è stato interessante valutare come all'interno del gruppo di persone indagato era presente la dipendenza tra l'età e l'addizione; tale dipendenza è nota e rappresentata dalla tabella II delle addizioni medie (Capitolo 1, pagina 10), in cui è rappresentata l'addizione approssimativa in base all'età. Questo è stato possibile utilizzando l'indice di correlazione di Bravais-Pearson:

$$r_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad 28$$

Definendo x la variabile indipendente (l'età) e y la variabile dipendente da x (l'addizione), al numeratore dell'equazione troviamo la covarianza di xy e al denominatore il prodotto tra la devianza standard di x e di y . Esso è risultato uguale a 0,76 (approssimato); l'indice può assumere valori tra -1 e +1 (APPENDICE D). In questo caso r indica la presenza di una dipendenza lineare positiva che spiega come all'aumentare dell'età aumenti anche l'addizione. Non vi è una perfetta dipendenza poiché ogni soggetto ha specifiche esigenze e condizioni visive; motivo per cui nella tabella sono presenti dei range di valori dell'addizione che gli individui possono assumere. Visto che l'indice di correlazione si è presentato abbastanza elevato si è proceduto con la ricerca del modello di regressione lineare semplice che è risultato:

$$\hat{y} = 0.0437 x - 0.7708.$$

Per calcolare l'indice di bontà del modello è stata utilizzata la seguente formula:

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0,57. \quad 29$$

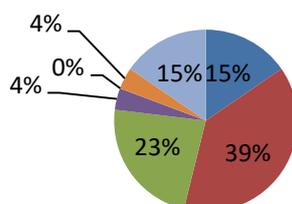
Dal risultato il modello non risulta molto buono a riprova del fatto che le tabelle sono solo indicative in quanto non rappresentano dati specifici. I residui valutati non sono eccessivamente grandi quindi i dati possono comunque rientrare nei range stabiliti dalla tabella II.

La seconda parte del questionario è stata compilata da 26 persone, in quanto tre soggetti, dopo aver compilato la prima parte, hanno provveduto all'acquisto degli occhiali con lenti oftalmiche progressive e hanno quindi continuato, dopo circa un mese, il questionario. L'81% dei soggetti utilizzava le lenti progressive da anni (da 1 anno a 15 anni), l'8% da pochi mesi e le 3 persone citate prima da circa 3/4 settimane.

La domanda 18 chiedeva il tempo che avevano impiegato ad adattarsi alle lenti oftalmiche progressive. Ciò che si evince è che la maggior parte delle persone si sono adattate circa in una settimana, alcuni anche subito; una sola persona dopo due settimane e una dopo più di un mese e 4 persone non si erano ancora adattate.

Quanto tempo ha impiegato ad adattarsi?

- Mi sono adattato subito
- Dopo 1 settimana
- Dopo 2 settimane
- Dopo 3 settimane
- Ancora non mi sono adattato
- Dopo 2 o 4 giorni
- Dopo più di un mese

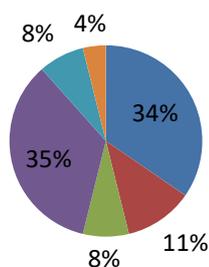


Le difficoltà di adattamento che sono state riscontrate tra i soggetti valutati sono state fra le più frequenti, in ordine dal più selezionato:

- alzare ed abbassare lo sguardo;
- fare le scale;
- guidare;
- lavorare;
- usare il computer;
- camminare.

Difficoltà maggiore riscontrata durante l'adattamento iniziale

- Alzare ed abbassare lo sguardo
- Lavorare
- Usare il computer
- Guidare
- Fare le scale
- Camminare

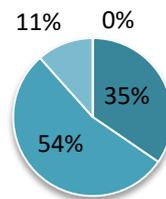


Dopo l'adattamento, l'84% dei soggetti ora non lamenta alcun disagio e dice di trovarsi bene; due persone lamentano ancora qualche problema e solo le due persone che hanno deciso di abbandonare questo tipo di correzione hanno risposto di non essersi ancora adattate.

All'ultima domanda, "Consiglia l'utilizzo delle lenti oftalmiche progressive?", nessun soggetto le sconsiglierebbe, ma la maggior parte ha detto che è necessario avvisare che all'inizio bisogna imparare a usarle e valorizzare questo tipo di correzione davvero molto pratica.

Consiglia l'utilizzo delle lenti oftalmiche progressive?

- Sì, occhiali con queste lenti risultano molto pratici
- Sì, ma dicendo che all'inizio bisogna imparare ad usarle
- Sì, ma dico che è tanto difficile adattarsi
- No, non le consiglio



Attraverso l'analisi statistica è stato interessante valutare se era presente una correlazione tra due domande, una di tipo quantitativo e una di tipo qualitativo, cioè la relazione tra il tempo impiegato per l'adattamento e le difficoltà da gestire. Il calcolo dell'indice di Pearson (X^2) ha permesso di valutare la dipendenza tra le due variabili. Mediante l'utilizzo di Excel, è stata creata una tabella con il tempo impiegato per l'adattamento nelle colonne definite J e le difficoltà nelle righe, denominate i .

DIFFICOLTÀ	TEMPO						ni	TOT
	Subito	Dopo 2-4 giorni	Dopo 1 settimana	Dopo 2 settimane	Dopo più di 1 mese	Ancora no		
Alzare e abbassare lo sguardo		6	1			2	9	
Guidare		1	2				3	
Lavorare		1				1	2	
Fare le scale	2	2	3	1		1	9	
Usare il PC	2						2	
Camminare					1		1	
nj TOT	4	10	6	1	1	4	26	

X^2 , dalla formula, è risultato:

$$X^2 = N \left[\left(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{n_{ij}^2}{n_i \cdot n_j} \right) - 1 \right] = 49,95. \quad 29$$

Tale risultato è stato poi normalizzato in modo da essere valutato:

$$\widetilde{X^2} = \frac{X^2}{N \cdot \min\{(I-1)-(J-1)\}} = \frac{49,95}{26 \cdot 5} = 0,384. \quad 29$$

Il $\widetilde{X^2}$ è un valore compreso tra 0 e 1, dove 0 indica indipendenza stocastica e 1 rappresenta la massima dipendenza.^{28,29} Il risultato del X^2 normalizzato suggerisce che c'è una scarsa dipendenza tra le due variabili, questo a sostegno del fatto che ogni soggetto si adatta in maniera diversa a seconda delle abitudini ed esigenze che possiedono.

5.2 Discussione

Lo studio sperimentale è stato molto interessante in quanto ha permesso di verificare che la ragione principale che porta le persone presbite a scegliere le lenti oftalmiche progressive sono quelle che si ritrovano in letteratura, ovvero l'esigenza durante il lavoro o il tempo libero di essere dinamici e veloci ritrovando una visione confortevole a ogni distanza senza dover continuamente cambiare occhiali.¹² Nel gruppo analizzato, il 31% ha indicato di aver avuto un po' di timore nell'avvicinarsi a questa tipologia di lenti, il che può essere dovuto alla paura del cambiamento³⁰, infatti il 14% aveva paura di non adattarsi alla nuova tipologia di lente, mentre il restante 17% ne ha sentito parlare male da soggetti che non sono riusciti ad adattarsi ed erano quindi intimoriti che potesse capitare anche a loro.

Per valutare i dati della domanda che chiedeva il tempo impiegato all'adattamento alla lente progressiva è stato opportuno identificare il tipo di lente che i soggetti utilizzavano e il tipo di occhiale che impiegavano in modo da capire se la loro difficoltà di adattamento potesse essere attribuibile a questi due aspetti. Attraverso l'analisi, è emerso che due delle persone che non si erano ancora adattate possedevano lenti con una geometria un po' datata per contenere i costi e che probabilmente presentavano elevate aberrazioni nelle zone non funzionali della lente. Essendo i soggetti non più giovanissimi e ormai portatori di monofocale, uno, e bifocale, l'altro, già da molti anni e per questo abituati a un certo modo di guardare attraverso la lente, ha ulteriormente reso difficile l'adattamento e questo li ha portati ad abbandonare tale nuova tipologia. Gli altri due intervistati che non si sono adattati possedevano delle lenti con una geometria abbastanza nuova. Essi avendo un'età compresa tra i 40 e i 50 anni e svolgendo un lavoro dinamico, possedevano montature particolarmente ampie con uno scartamento lontano dalla loro distanza interpupillare. Da ciò si può evincere che probabilmente la difficoltà del loro adattamento possa essere dipesa anche da questo elemento, in quanto le ampie zone laterali della lente creavano la sensazione di "ondeggiamento", perché affette da aberrazioni. Il soggetto che si è adattato dopo più di un mese, pur avendo una lente con un design piuttosto recente e non avendo una particolare correzione, svolgeva un lavoro molto dinamico e la sua difficoltà è stata nel cambiare le abitudini visive proprio durante le varie attività lavorative. Il resto dei soggetti si è adattato all'incirca in due settimane, come accade di media.²⁶

Le difficoltà iniziali all'adattamento sono normali,²⁶ le problematiche che maggiormente sono emerse sono quella di fare le scale e imparare ad alzare e abbassare lo sguardo. Queste difficoltà sono comuni in quanto i soggetti devono studiare come funziona la lente e modificare l'abitudine meccanica di muovere solo il capo, come nelle lenti monofocali, ma principalmente lo sguardo che andrà a ricercare la zona corretta necessaria alla visione. Le persone una volta adattate a questo tipo di correzione difficilmente la abbandonano;²³ a dimostrazione di ciò molti intervistati utilizzano queste lenti da 15 anni e sono soddisfatti perché non presentano più il disagio del doppio paio di occhiali. L'analisi del X^2 , ovvero l'indice di Pearson, utilizzato per valutare la dipendenza tra le difficoltà di

adattamento e il tempo impiegato per esso, ha dimostrato che non vi è particolare correlazione tra queste variabili provando che l'adattamento è soggettivo, in quanto molti fattori, anche psicologici legati al cambiamento, possono influire.^{23,26}

Conclusioni

I presbiteri, soprattutto chi è cresciuto negli anni del progresso digitale, che hanno sviluppato abilità nell'uso delle nuove tecnologie e dei dispositivi digitali, sempre connessi e multitasking, sperimentando differenti distanze di visione, trovano come soluzione ottimale, dal punto di vista ottico, la compensazione con le lenti oftalmiche progressive. Il successo di un occhiale progressivo è soprattutto legato all'attenzione che si sa porre nel valutare la persona alla quale lo vogliamo consigliare.

La valutazione accurata di occupazione, stile di vita, abitudini visive, modo di camminare e della sua naturale postura nel leggere può portare alla riduzione delle difficoltà di adattamento, in quanto, con la conoscenza anche delle varie tipologie di lenti, possiamo consigliare a ciascuno la geometria più adatta. Naturalmente come presupposto deve esserci una misurazione della condizione visiva precisa e completa: l'esame refrattivo e quello preliminare devono essere eseguiti nella maniera più accurata possibile in modo tale da evidenziare la possibile presenza di problemi come la differenza molto elevata tra la gradazione dei due occhi o problemi di visione binoculare. Ogni soggetto che intende utilizzare questo tipo di lenti deve essere seguito scrupolosamente.

L'obiettivo delle lenti progressive è quello di dare al soggetto presbite una normale dinamicità visiva che, come visto all'interno del gruppo studiato, tutti, una volta provata questa correzione, consiglierebbero poiché comprendono la grande possibilità di libertà e praticità che riescono a fornire.

Le difficoltà all'adattamento sono inizialmente normali e soggettive, come verificato nello studio sperimentale; ogni persona presenta le proprie necessità e abitudini che con la lente progressiva è necessario in parte modificare. Gli iniziali disagi, con la nuova tecnologia che riduce e migliora le zone laterali di aberrazione, sono sempre minori. Molte aziende, infatti, hanno investito nella ricerca e ciò ha permesso la realizzazione di nuovi software che assicurano una visione confortevole a tutte le distanze con un ampio campo visivo riducendo al minimo le aberrazioni laterali e con esse la sensazione di "ondulazione" dello spazio.²⁶ Una grande e recente rivoluzione è stata la produzione delle lenti progressive personalizzate, in cui, attraverso la rilevazione dei principali parametri

fisiologici, come la ricerca dell'occhio dominante, la postura del capo, il modo in cui viene indossata la montatura, viene permesso di modellare il design della lente sulle esigenze di ciascun portatore, offrendo un'ineguagliabile armonia nella visione e in particolare assicurano un veloce adattamento. Solo lo studio e sviluppo di nuove tecnologie saranno in grado di ridurre al minimo le difficoltà iniziali e gli insuccessi nelle vendite delle lenti oftalmiche progressive.

APPENDICE A: QUESTIONARIO PER LA RACCOLTA DEI DATI

QUESTIONARIO LIBERO:

INTENZIONE DI UTILIZZO O UTILIZZO DELLE LENTI OFTALMICHE PROGRESSIVE

Gentile partecipante, per prima cosa, la ringraziamo per la sua collaborazione e per il tempo che ci dedicherà. Per noi è molto prezioso! Presso l'Università di Padova stiamo conducendo una ricerca sulle *difficoltà di adattamento alle lenti oftalmiche progressive*. Le verrà chiesto di rispondere ad alcune semplici domande: non ci sono risposte giuste o sbagliate, ma solo opinioni personali. Il tempo totale previsto è di circa 3 minuti. Le ricordiamo che tutte le risposte e i dati saranno trattati in modo confidenziale e completamente anonimo e la informiamo che è un suo diritto interrompere la partecipazione in qualsiasi momento, senza l'obbligo di fornire alcuna motivazione e ciò comporterà il non utilizzo dei dati. Le chiediamo, tuttavia, di cercare di arrivare fino alla fine del questionario e di rispondere a tutte le domande. I dati raccolti saranno trattati in forma aggregata e saranno utilizzati esclusivamente per fini di ricerca scientifica. La ringraziamo in anticipo per la preziosa collaborazione. Dichiaro di aver letto e compreso i miei diritti, e di essere maggiorenne.

- Accetto di partecipare.
- Non accetto di partecipare.

1. Innanzitutto le chiediamo di indicare il suo genere:

- Femmina
- Maschio

2. La sua età (anni compiuti): _____

3. Quale delle seguenti categorie la descrive meglio?

- Operaio
- Impiegato
- Libero professionista
- Casalinga
- Pensionato
- Disoccupato
- Altro (specificare): _____

4. Potere lenti in uso (RX):

OD-RIGHT: sph cyl axis add

OS-LEFT: sph cyl axis add

*Compilare dall'operatore.

5. A quale età ha cominciato a portare gli occhiali? _____

6. Ogni quanto si sottopone a controlli visivi? _____

7. A chi si rivolge per il controllo visivo?

- Ottico
- Ottico-optometrista
- Oculista

8. Ultimo controllo?

- < 1 anno
- 2 anni
- > 3 anni

9. Usa le lenti oftalmiche progressive?

- No, ma mi piacerebbe usarle.
- Sì, ne faccio già uso.
- No, non sono interessato.
- No, perché me ne hanno parlato male.

10. Perché vuole usare o usa le lenti oftalmiche progressive?

- Per non avere due occhiali.
- Per lavorare meglio a tutte le distanze.
- Perché me le hanno consigliate.
- Perché ci vedo meglio.
- Non le voglio usare.

*Possibilità di selezionare più risposte numerandole dalla più significativa (numero 1) a seguire.

11A. Se non ha ancora provato le lenti oftalmiche progressive, ha qualche timore?

- Sì, alcuni ne parlano male.
- Sì, ho paura di non vedere bene.
- Sì, ho paura di cadere.
- Sì, ho timore di non adattarmi.
- No, non ho alcun timore.
- Altro (specificare): _____

*Possibilità di selezionare più risposte numerandole dalla più significativa (numero 1) a seguire.

11B. Se già usa le lenti oftalmiche progressive, prima di provarle aveva qualche timore?

- Sì, alcuni ne parlavano male.
- Sì, avevo paura di non vedere bene.
- Sì, avevo paura di cadere.
- Sì, avevo timore di non adattarmi.
- No, non avevo alcun timore.
- Altro (specificare): _____

*Possibilità di selezionare più risposte numerandole dalla più significativa (numero 1) a seguire.

12. Cosa sa o cosa sapeva delle lenti oftalmiche progressive?

- Che sostituiscono i due occhiali da vicino e da lontano.
- Che richiedono un periodo di adattamento.
- Che ti fanno vedere a tutte le distanze.
- Che sono molto vantaggiosi per chi lavora a varie distanze.
- Non so/sapevo nulla.
- Altro (specificare): _____

*Possibilità di selezionare più risposte numerandole dalla più significativa (numero 1) a seguire.

*SE ANCORA NON FA USO DELLE LENTI OFTALMICHE PROGRESSIVE IL QUESTIONARIO TERMINA QUI. *VOLTI PAGINA GRAZIE.*

PER COLORO CHE FANNO USO DI LENTI OFTALMICHE PROGRESSIVE VI CHIEDIAMO DI RISPONDERE AD ANCORA POCHE SEMPLICI DOMANDE.

13. Distanza interpupillare *Lontano*: _____

Distanza interpupillare *Vicino*: _____

Altezza centro pupillare: _____

*Compilare dall'operatore. Controllare dichiarazione di conformità.

14. Scelta montatura:

- scartamento simile a dIL
- anelli di forma regolare e ampia
- regolabile

*Compilare dall'operatore. Controllare dichiarazione di conformità.

15. Tipologia di lente oftalmica progressiva: _____

Inset: _____

Canale: _____

Angolo pantoscopico: _____

Distanza apice corneale lente: _____

*Compilare dall'operatore. Controllare dichiarazione di conformità.

16 Prima dell'acquisto ha avuto una dimostrazione della visione che avrebbe avuto con la lente oftalmica progressiva mediante realtà simulata?

- Sì.
- No.
- Non conoscevo questa possibilità.

17. Da quanto tempo usa le lenti oftalmiche progressive?

- Poche settimane
- Mesi (specificare numero): _____

○ Anni (specificare numero): _____
18. Quanto tempo ha impiegato ad adattarsi alle lenti progressive?

- Mi sono adattato subito.
- Dopo 2 o 4 giorni.
- Dopo 1 settimana.
- Dopo 2 settimane.
- Dopo 3 settimane.
- Dopo più di un mese.
- Ancora non mi sono adattato.

19. Cosa è stato più difficile da gestire?

- Alzare ed abbassare lo sguardo.
- Guidare.
- Lavorare.
- Leggere.
- Nausea e/o mal di testa.
- Fare le scale.
- Cucinare.
- Usare il computer.
- Camminare.
- Altro (specificare): _____

*Possibilità di selezionare più risposte.

20. Come si trova ora?

- Bene, mi sono adattato.
- Bene, ma ho ancora qualche disagio.
- Male, ancora non mi sono adattato.

21. Consigli l'utilizzo delle lenti oftalmiche progressive?

- Sì, occhiali con queste lenti risultano molto pratici.
- Sì, ma dicendo che all'inizio bisogna imparare ad usarle.
- Sì, ma dico che è tanto difficile adattarsi.
- No, non le consiglio.

*Possibilità di selezionare più risposte.

Ora il questionario è concluso! Le chiediamo solo di leggere questo consenso finale.

Con la presente dichiaro di aver partecipato volontariamente alla compilazione del questionario e di essere stato debitamente informato dei miei diritti e che posso contattare la studentessa Ilaria Boccaletto per eventuali delucidazioni (ilaria.boccaletto@studenti.unipd.it).

Do il mio consenso ad utilizzare i dati e dichiaro:

- di aver letto attentamente le spiegazioni relative a questo studio;
- di essere stato informato/a riguardo alle reali finalità e agli obiettivi della ricerca in questione;
- di aver ricevuto soddisfacenti assicurazioni sulla riservatezza delle informazioni ottenute;

- ACCONSENTO all'utilizzo dei dati raccolti
- NON ACCONSENTO all'utilizzo dei dati raccolti

APPENDICE B: TABELLE “CODE BOOK”

Tablelle raccolte all’interno di un foglio Excel in cui è stato dato un codice ad ogni domanda e un codice alle varie risposte.

Codice	Variabile/domanda
P.1	Genere
P.2	Età
P.3	Occupazione
P.4	Addizione
P.5	Età cominciato a portare occhiali
P.6	Frequenza controlli
P.7	A chi si rivolge per il controllo
P.8	Ultimo controllo
P.9	Usa lenti oft. Progressive?
P.10	Perché vuole usarle o usa L.P. ?
P.11.A	Ha qualche timore?
P.11.B	Prima di provarle aveva qualche timore?
P.12	Cosa sa o cosa sapeva delle L.P.?
P.14	Scelta montatura
P.15	Tipologia lente
P.16	Dimostrazione visione
P.17	Da quanto tempo usa le L.P.
P.18	Tempo adattamento a L.P.
P.19	Difficoltà da gestire
P.20	Come si trova ora?
P.21	Consiglio l'utilizzo di L.P.

P.1

Genere	Codice
F	1
M	2

P.2

Fasce di età	Codice
18-30	1
31-43	2
44-56	3
57-69	4
69-81	5
Oltre 81	6

P.3

Occupazione	Codice
Operaio	1
Impiegato	2
Libero profess.	3
Casalinga	4
Pensionato	5
Disoccupato	6
Altro	7

P.4

Addizione	Codici
Bassa da +0,75 a +1,50 D	1
Media da +1,75 a +2,50D	2
Alta da +2,75D ed oltre	3

P.5

Età comincio a portare occhiali	Codice
Inferiore 10	1
11-23	2
24-36	3
37-49	4
Oltre 50	5

P.6

Frequenza controlli	Codice
mese	1
< 5 mesi	2
< 1 anno	3
<2 anni	4
<3 anni	5
Oltre 3	6

P.7

A chi si rivolge per il controllo	Codice
Ottico	1
Ottico-optometrista	2
Oculista	3

P.8

Ultimo controllo	Codice
< 1 anno	1
2 anni	2
> 3 anni	3

P.9

Usa lenti oft. Progressive?	Codice
No, ma mi piacerebbe	1
Sì, ne faccio uso	2
No, non sono interessato	3
No, perché me ne hanno parlato male	4

P.10

Perché vuole usarle o usa L.P. ?	Codice
Per non avere due occhiali	1
Per lavorare meglio a tutte le distanze	2
Perché me le hanno consigliate	3
Perché ci vedo meglio	4
Non le voglio usare	5

P.11.A

Ha qualche timore?	Codice
Sì, alcuni ne parlano male	1
Sì, ho paura di non vedere bene	2
Sì, ho paura di cadere	3
Sì, ho timore di non adattarmi	4
No, non ho alcun timore	5
Altro	6

P.11.B

Prima di provarle aveva qualche timore?	Codice
Sì, alcuni ne parlavano male	1
Sì, avevo paura di non vedere bene	2
Sì, avevo paura di cadere	3
Sì, avevo timore di non adattarmi	4
No, non avevo alcun timore	5
Altro	6

P.12

Cosa sa o cosa sapeva delle L.P.?	Codice
Che sostituiscono i due occhiali da vicino e da lontano	1
Che richiedono un periodo di adattamento	2
Che ti fanno vedere a tutte le distanze	3
Che sono molto vantaggiosi per chi lavora a varie distanze	4
Non so/sapevo nulla	5
Altro	6

P.14

Scelta montatura	Codice
Una caratteristica	1
Due caratteristiche	2
Tre caratteristiche	3

P.15

Tipologia lente	Codice
Base	1
Media	2
Performante	3

P.16

Dimostrazione visione	codice
Sì	1
No	2
Non conoscevo questa possibilità	3

P.17

Da quanto tempo usa le L.P.	Codice
Poche settimane	1
Mesi da 1 a 6	2
Mesi da 7 a 11	3
Anni 1	4
Anni > 1	5

P.18

Tempo adattamento a L.P.	Codici
Mi sono adattato subito	1
Dopo 2 o 4 giorni	2
Dopo 1 settimana	3
Dopo 2 settimane	4
Dopo 3 settimane	5
Dopo più di un mese	6
Ancora non mi sono adattato	7

P.19

Difficoltà da gestire	Codici
Alzare ed abbassare lo sguardo	1
Guidare	2
Lavorare	3
Leggere	4
Nausea e/o mal di testa	5
Fare le scale	6
Cucinare	7
Usare il computer	8
Camminare	9
Altro	10

P.20

Come si trova ora?	Codici
Bene, mi sono adattato	1
Bene, ma ho ancora qualche disagio	2
Male, ancora non mi sono adattato	3

P.21

Consiglia l'utilizzo di L.P.?	Codici
Sì, occhiali con queste lenti risultano molto pratici	1
Sì, ma dicendo che all'inizio bisogna imparare ad usarle	2
Sì, ma dico che è tanto difficile adattarsi	3
No, non le consiglio	4

APPENDICE C: TABELLA “DATA SET”

Tabella con la raccolta dei dati.

Questionario	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10	P.11.A	P.11.B	P.12	P.14	P.15	P.16	P.17	P.18	P.19	P.20	P.21
0	2	5	5	2	2	4	3	2	1	1	4		1	2	2	1	1	7	6	2	2
1	1	3	3	2	2	3	3	1	2	1		5	4	1	1	3	3	7	3	3	2
2	1	3	1	1	2	3	3	2	2	3		4	1	2	1	3	3	2	1	1	2
3	2	4	1	1	3	5	3	3	1	1		4	1	1	1	2	3	7	1	3	3
4	2	5	2	2	3	2	3	1	2	1		2	3	3	2	2	1	7	1	1	2
5	1	3	1	2	4	4	3	1	2	3		4	3	3	2	2	3	6	9	2	2
6	2	3	1	1	2	3	3	1	1	1	5		1	2	2	1	1	2	6	1	1
7	1	4	4	2	2	5	3	1	2	4		2	5	3	3	3	3	4	6	1	2
8	2	4	3	1	2	5	2	1	2	2		5	3	2	3	2	3	2	2	1	1
9	2	3	2	1	2	6	1	1	1	1	4										
10	1	2	1	1	1	5	3	1	1	4	5		1	3							
11	1	3	2	1	3	4	2	1	2	1		1	2	2	2	1	3	2	6	1	2
12	1	4	4	2	3	4	3	1	4	1	3										
13	2	3	1	2	3	5	3	1	2	1		1	1	3	3	2	3	3	1	1	1
14	2	3	2	1	2	5	1	1	2	2		4	4	3	3	2	3	1	6	1	2
15	2	3	3	2	2	5	3	1	2	2		5	4	3	3	1	3	2	1	1	1
16	1	3	3	1	2	4	3	1	2	2		5	4	3	3	2	3	2	1	1	2
17	2	4	5	2	4	4	2	1	2	1		5	4	2	3	3	3	1	6	1	1
18	1	4	2	2	2	4	2	1	2	2		5	3	2	2	3	3	2	1	1	2
19	1	4	1	1	2	4	1	1	2	2		1	2	1	2	1	3	3	2	1	2
20	2	3	1	2	1	4	1	1	2	1		5	4	3	1	3	3	3	6	1	3
21	1	3	3	2	1	6	3	3	2	3		1	4	2	2	1	2	2	1	1	1
22	1	3	6	1	3	4	2	2	2	2		1	1	3	1	2	2	2	1	1	2
23	2	3	1	1	3	6	1	1	2	2		5	1	2	3	1	3	2	3	1	1
24	1	3	6	2	1	4	3	1	2	1		2	1	3	3	3	3	3	6	1	1
25	2	3	1	1	3	4	1	1	2	2		4	4	2	3	2	3	1	8	1	1
26	2	3	2	2	2	6	2	3	2	1		5	4	2	1	3	3	1	8	1	2
27	1	3	3	1	2	6	1	2	2	2		4	1	2	2	2	3	3	2	1	3
28	1	4	1	2	2	4	3	1	2	3		2	1	3	3	3	3	3	6	1	2

APPENDICE D: CORRELAZIONE

Determinare il coefficiente di correlazione e il modello di regressione lineare semplice.

Sono stati individuati i parametri della retta $y_i = A + Bx_i$ utilizzando le formule²⁸:

$$A = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{\Delta} = -0,7708$$

$$\text{Con } \Delta = N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 = 50592$$

$$B = \frac{N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\Delta} = 0,0437$$

La retta risultante che ha come intercetta sull'asse delle Y A e come coefficiente angolare B, parametri determinati con i dati di x e y, è detta *retta dei minimi quadrati o retta di regressione di y in x*.

Si è misurata l'incertezza nella misura di y. La misura di ogni y_i , infatti, è distribuita attorno al suo valore vero $A + Bx_i$ secondo una distribuzione gaussiana (per ipotesi) con σ_y parametro che ne rappresenta la larghezza; anche gli scarti $y_i - A - Bx_i$ sono distribuiti attorno allo zero con la stessa larghezza σ_y .²⁸

Una buona stima di σ_y è:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{N-2} \sum (y_i - A - Bx_i)^2} = 0,30337 \quad 28$$

Ovviamente nella formula bisogna sostituire le costanti teoriche A e B con le stime ottenute precedentemente dai dati dei questionari.

Calcolate le incertezze sulle costanti A e B mediante le seguenti formule:

$$\sigma_A = \sigma_y \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{\Delta}} = 0,39873 \quad \sigma_B = \sigma_y \sqrt{\frac{N}{\Delta}} = 0,00726 \quad 28$$

Il coefficiente di correlazione lineare che quantifica la relazione di linearità tra x e y dell'insieme di punti è stato calcolato con due metodi diversi:

$$r_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = 0,75673$$

$$\text{con } \sigma_{xy} = \text{COV}(X, Y) = \sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{N} \quad 29$$

$$\sigma_x = \sqrt{\text{Var}(x)} \text{ devianza standard} \quad 29$$

$$\sigma_x^2 = \text{Var}(x) = \sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \mu)^2}{N}. \quad 29$$

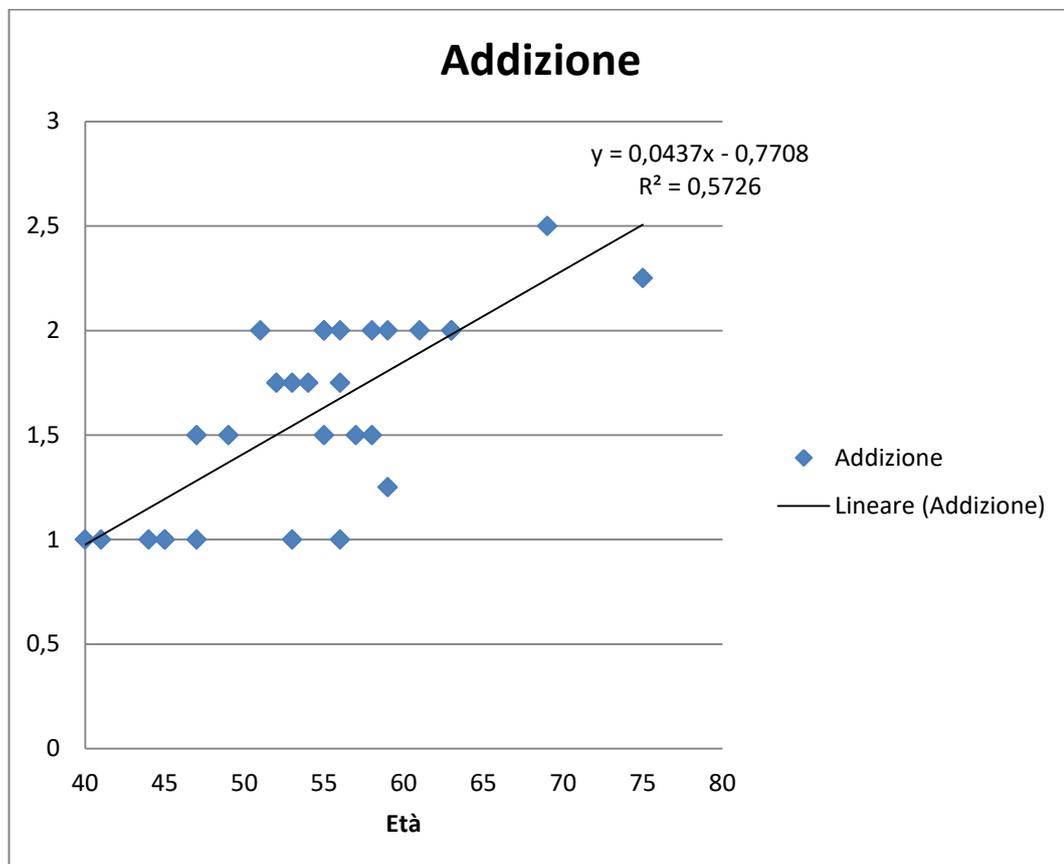
Il secondo metodo utilizzato:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} = 0,75673 \quad 29$$

Δ	50592	σ _y	0,30337	r	0,75673
A	-0,770754	σ _A	0,39873	R ²	0,57264
B	0,043688	σ _B	0,00726		

Covarianza	2,62812	Devianza standard X	7,75609	r	0,75673
Varianza X	60,157	Devianza standard Y	0,44778	R ²	0,57264
Varianza Y	0,20051				

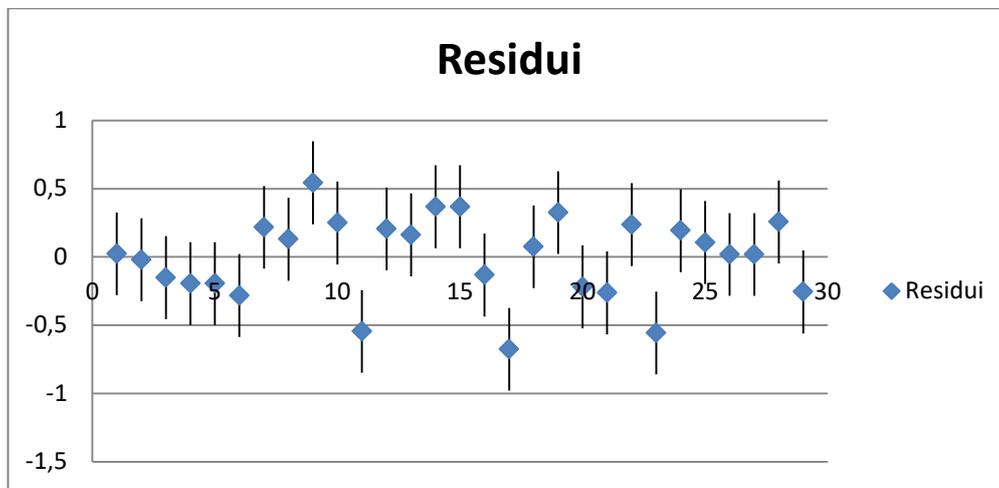
Sono stati inseriti i dati delle addizioni e delle età all'interno di un grafico:



Sono stati calcolati i residui, ovvero le differenze dei valori delle y_i e il valore della y sulla retta interpolante in corrispondenza dell'ascissa x_i , attraverso la formula:

$$\delta_i = y_i - \hat{y}_i = y_i - (A + Bx_i) \quad 29$$

Infine è stato determinato il grafico dei residui δ_i in funzione delle x per stabilire l'effettiva relazione lineare tra x e y .



BIBLIOGRAFIA

Introduzione:

- I. Rosset, Michela, *Il centraggio delle lenti progressive: confronto sperimentale tra metodo automatizzato e manuale*, Professional Optometry 44, Dicembre 2011.
- II. G. Reverdy, *Principi base delle lenti progressive*, Medical Evidence, anno secondo, numero 12, giugno 2009.

1. American Optometric Association. *Care of the patient with presbyopia*. St. Louis (MO): American Optometric Association; 2010.
2. Bucci M. G., *Oftalmologia*, Società Editrice Universo, 1993, pagg. 225-230, 596.
3. *Global vision impairment due to uncorrected presbyopia*, Arch Ophthalmol, 2008 Dec;126(12):1731-9.
4. *Appunti di fisiopatologia oculare: il riflesso accomodazione-miosi-convergenza*. Edoardo Montolese, Laura Ferri, 2002.
5. *L'accomodazione: quando l'occhio mette a fuoco*. SOI, Società Oftalmologica Italiana, soiweb.com.
6. Rossetti A, Gheller P. *Manuale di Optometria e Contattologia, seconda edizione*. Bologna, 2003, Zanichelli, pag. 36-37, 85-89, 153-159, 288-292, 330-331.
7. Croft MA, Glasser A, Kaufman PL. *Accommodation and presbyopia*. Int Ophthalmol Clin. 2001 Spring; 41(2):33-46.
8. Sala F., *La presbiopia e la sua compensazione con lenti oftalmiche progressive (PALs)*, docente di Optometria e Contattologia Istituto B. Zaccagnini- Bologna- Optometrista S.Opt.I.
9. Peter Dentone, Natalie Afshari, MD FACS, *Presbyopia*, American Academy of ophthalmology, 20 gennaio 2015.
10. Fincham EF. 1955. *The proportion of the ciliary muscle force required for accommodation.*, J Physiol 128, pag. 99-112.
11. Helmholtz H.V., *Treatise on Physiological optics*, da poseidon.sunyopt.edu/BackusLab/Helmholtz/
12. Rossetti A, *Lenti e Occhiali*, Medical books, 2003, 385-407, 510-515.

13. Silvio Maffioletti, Ivan Piacentini, *Le abilità accomodative nell'analisi visiva integrata*, (AVI), Tecnologia, MondoOttica, pag.77.
14. F. Vargellini, *Compensazione oftalmica della presbiopia*, dispense esterne IBZ, Zaccagnini, privatisti 1&2, 23 Aprile 2015.
15. *Presbiopia, difetti e disturbi*. scheda informativa a cura dell'Agenzia internazionale per la prevenzione della cecità-IAPB Italia onlus, 30 agosto 2016.
16. Meister, Darryl J., Fisher, Scott W., *Progress in the spectacle correction of presbyopia. Part 1: Design and development of progressive lenses*, Clinical and Experimental Optometry, 25 ottobre 2007.
17. G. Reverdy, *Principi base delle lenti progressive*, Medical Evidence, anno secondo, numero 12, giugno 2009.
18. Manuale pratico di Vision Care, L. Mele, N. Pescosolido, S. Abati, *Presbiopia Lenti progressive ed evolute*, centro studi Salmoiraghi&Viganò, maggio 2017, 27-61.
19. Essilor, *Progressive Addition Lenses*, Ophthalmic Optics Files.
20. G. Reverdy, *I test preliminari nella prescrizione di lenti progressive*, Medical Evidence, anno secondo, numero 16, luglio 2009.
21. Formenti M, *L'esame visivo optometrico*, I dispensa del corso Optometria II, Università di Padova, anno 2017/18.
22. Giannelli L., *Come scegliere il corridoio di progressione in una lente progressiva*, Medical Evidence, anno secondo, numero 20, aprile 2010.
23. S. Abati, G. Migliori, G. Montani, *Lenti progressive. Problemi associati al loro uso e consigli per risolverli*, Fabiano, 2001.
24. Tola M. R., *L'equilibrio 'fragile' del paziente anziano*, congresso: disturbi dell'equilibrio e malattie neurologiche nell'anziano, Cona, Ferrara, ottobre 2012.
25. Mark J Haran, Ian D Camern, *Effect on falls of providing single lens distance vision glasses to multifocal glasses wearers: VISIBLE randomised controlled trial*, BMJ, 2010.
26. Giannelli L., Peterle R., *La consegna delle lenti progressive e gli esercizi di adattamento. Una strategia operativa a garanzia del comfort e della sicurezza*, Fabiano, 2009, libro universitario.

27. Teresa Stokes, *Fitting Progressive Addition Lenses*, CPOT, Paraoptometric resource center.
28. Cicchitelli, D'Urso, Minozzo, *Statistica: principi e metodi*, Pearson, terza edizione, 2017.
29. L. Pace, A. Salvan, *Introduzione alla statistica - II - Interferenza, verosimiglianza, modelli*, Cedam, 2001.
30. Greco S., *La psicologia del cambiamento Riflessioni, risorse e strategie per governare gli eventi della Vita*, FrancoAngeli, 2007.