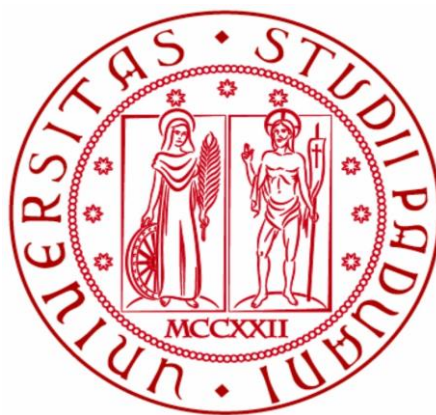


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Fisica e Astronomia

Corso di Laurea in Ottica e Optometria

Tesi di Laurea



**“ANALISI DELLA VALUTAZIONE DELLE PERFORMANCE
VISIVE NEI PORTATORI DI LENTI A CONTATTO
MULTIFOCALI E LORO GRADO DI SODDISFAZIONE”**

Relatore: Colombo Renzo

Correlatore: Stanco Luca

Laureanda: Lazzari Chiara

Anno Accademico 2014/2015

INDICE

PREMESSA	pag 4
CAPITOLO 1: INTRODUZIONE	pag 5
1.1 PRESBIOPIA.....	pag 5
Definizione.....	pag 5
Insorgenza.....	pag 5
Correzione.....	pag 6
1.2 METODI DI CORREZIONE DELLA PRESBIOPIA.....	pag 7
Correzione con lenti oftalmiche.....	pag 7
Correzione con lenti a contatto	pag 8
Combinazione occhiali e lenti a contatto	pag 8
Monovisione.....	pag 8
Lenti rigide bifocali e multifocali.....	pag 9
1.3 LENTI A CONTATTO MORBIDE.....	pag 11
Lenti a zone concentriche.....	pag 11
Lenti difrattive.....	pag 12
Lenti asferiche.....	pag 13
CAPITOLO 2 : LO STUDIO	pag 15
2.1 SELEZIONE DEI SOGGETTI.....	pag 15
2.2 TEST ESEGUITI	pag 15
2.3 MATERIALI.....	pag 17
2.4 ANALISI STATISTICA.....	pag 18
CAPITOLO 3: RISULTATI	pag 20
3.1 DESCRIZIONE E DISCUSSIONE DELLE VARIABILI.....	pag 20
Acuità visiva da lontano.....	pag 20
Acuità visiva da vicino.....	pag 22
Sensibilità al contrasto.....	pag 24
Stereopsi.....	pag 26
PPA.....	pag 28

Dipendenza legata all'età	pag 30
Analisi del questionario soggettivo.....	pag 36
CAPITOLO 4 : DISCUSSIONE E CONCLUSIONE.....	pag 39
APPENDICE A : PROTOCOLLO DI STUDIO	pag 42
APPENDICE B : SCHEDE UTILIZZATE PER LA RACCOLTA DATI.....	pag 45
APPENDICE C : TABELLE CON TUTTI I RISULTATI	pag 47
BIBLIOGRAFIA	pag 50

PREMESSA

Nel mondo sta aumentando sia il numero di portatori di lenti a contatto che quello di coloro che richiedono una correzione per la presbiopia. Molti portatori presbiteri vorrebbero una correzione soddisfacente senza ricorrere agli occhiali. Vi è anche la domanda da parte di ipermetropi diventati presbiteri che necessitano di una correzione continua da lontano e vicino e che, con stili di vita sempre più dinamici richiedono le lenti a contatto. Il numero di soggetti presbiteri in Europa è in costante aumento e se ne prevede una crescita ulteriore nell'arco dei prossimi cinque anni.^A

In particolare in Italia i potenziali presbiteri sono il 69,1% della popolazione.^B Senza considerare l'invecchiamento della popolazione futura, l'attuale mercato delle lenti a contatto per la correzione della presbiopia risulta quasi completamente inesplorato. Attualmente si stima che il mercato dei presbiteri sia pari al 66% della popolazione totale nel Regno Unito, Germania, Francia e Italia. Nonostante ciò, le lenti a contatto multifocali costituiscono soltanto una media del 5% del mercato delle lenti a contatto.^C

In questo studio si sono volute analizzare le performance visive dei soggetti presbiteri portatori abituali di lenti a contatto multifocali. Si sono eseguiti dei test sia con le lenti a contatto multifocali che con gli occhiali, per farne poi una comparazione tra le due modalità di visione. Inoltre è stato somministrato un questionario soggettivo per capire il grado di soddisfazione riguardo il comfort e la qualità visiva con le lenti a contatto multifocali.

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

1.1 LA PRESBIOPIA

Definizione.

La presbiopia è una riduzione fisiologica dell'ampiezza accomodativa, dovuta ad una diminuita elasticità del cristallino. Essa è strettamente legata all'età, e si manifesta come un allontanamento del PPA del soggetto, con conseguente riduzione della visione nitida prossimale.¹

Il sintomo principale è appunto la visione annebbiata per gli oggetti vicini e una marcata difficoltà nella lettura da vicino, mentre la visione da lontano non viene influenzata poiché la presbiopia è legata alla sola accomodazione. L'accomodazione è quel processo che consente, tramite il cristallino, di aumentare il potere diottrico dell'occhio, permettendo così all'occhio stesso di vedere oggetti posti a distanze prossimali.

L'accomodazione presenta una certa ampiezza, che è data dalla differenza fra il punto prossimo, che è il fuoco coniugato retinico in condizioni di massima accomodazione, ed il punto remoto, che è il coniugato retinico ad occhio non accomodato. L'accomodazione è molto ampia nell'età giovanile; a dieci anni è di circa 14 diottrie e decresce progressivamente con l'età; a 60 anni è ridotta a una sola diottria.²

Per convenzione un soggetto si dice presbite quando la sua ampiezza accomodativa diviene inferiore a 4 D.³

Insorgenza.

Le maggiori possibilità di insorgenza della presbiopia sono comprese tra 42 e 44 anni. L'influenza di diversi fattori possono modificare gli estremi dell'intervallo, spostandoli a 38 e 48 anni; comunque intorno a 52 anni la percentuale di incidenza della presbiopia è del 100%.⁴

Essa si presenta in tutti i soggetti e può essere o meno associata ad un'ametropia; si manifesta più precocemente nell'ipermetropia e più tardi nella miopia. La persona che indossa una correzione positiva elevata apparentemente necessita una compensazione della presbiopia prima dell'emmetrope, o del miope che al

contrario affronterà il problema più tardi. ⁵

Le teorie che spiegano come insorge la presbiopia sono molteplici e talvolta in contraddizione tra loro, quella più conosciuta e allo stesso tempo meno recente risale al 1866, quando Helmholtz promosse i primi studi per giustificare la diminuzione della variazione accomodativa legata all'età.

L'autore dimostra come la modifica della biomeccanica della capsula e della corteccia siano responsabili della ridotta elasticità del cristallino. Dunque la causa della presbiopia sarebbe la sclerosi lenticolare, ossia l'indurimento della massa cristallinica, legato all'invecchiamento. Questa sclerosi impedisce al cristallino di cambiare curvatura, bloccando così il meccanismo di accomodazione. Dal momento in cui l'accomodazione viene a mancare, il soggetto non vede più nitide le immagini derivanti dal campo visivo prossimale. ⁶

Correzione.

La correzione della presbiopia si esegue con lenti positive di gradazione tale da permettere al soggetto di effettuare agevolmente il proprio lavoro da vicino, ed è definita addizione. L'addizione deve essere quella che ristabilisce la differenza fra l'ampiezza accomodativa del paziente e l'accomodazione usata per il lavoro che deve svolgere. ⁵

In genere attorno ai 45 anni, a seconda dello stato refrattivo e delle necessità lavorative, si deve prescrivere una lente positiva di 1 diottria (a volte 1,50 D), aumentando di mezza diottria ogni cinque anni circa (0,10 D l'anno) sino a 60 anni quando l'accomodazione residua dell'individuo sarà ridotta a 1 D per cui sarà sufficiente una lente di +2,50 D (massimo +3,00 D), per vedere bene da vicino.

In presenza di difetti visivi la correzione della presbiopia va aggiunta algebricamente all'ametropia del soggetto; tenendo presente che l'ipermetrope preferisce una correzione lievemente più forte ed il miope più leggera od addirittura nessuna se l'entità della miopia si avvicina a quella della presbiopia.

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

Tabella 1: Addizione approssimativa in base all'età

Età (anni)	Ampiezza Accomodativa (D)
35	5,50
40	4,50
45	3,50
50	2,50
55	1,75
60	1,00
65	0,50

Tabella 2: Tabella di Donders

1.2 METODI DI CORREZIONE DELLA PRESBIOPIA

Correzione della presbiopia con lenti oftalmiche.

Le possibilità di correzione per i soggetti presbiti sono molteplici sia con lenti oftalmiche che con lenti a contatto. Esistono principalmente due soluzioni per l'applicazione dell'addizione correttiva su lenti oftalmiche: la lente monofocale e la lente progressiva.

La lente monofocale si prescrive ai soggetti che hanno bisogno della sola addizione da vicino, ovvero che non hanno altre ametropie preesistenti. Questi soggetti useranno l'occhiale con l'addizione solo alla necessità di lettura o visione da vicino, per questo comunemente l'occhiale con la lente monofocale viene chiamato "occhiale da vicino".

Le lenti progressive presentano un potere che varia continuamente dalla porzione centrale verso la porzione inferiore. Essa non presenta zone nettamente separate e permette anche la correzione per distanze intermedie. Il soggetto che può trarre

maggior vantaggio da questo tipo di lente è un ametrope presbite che per motivi pratici (e anche estetici) vuole riunire la correzione dell'ametropia e della presbiopia in una singola lente e inoltre raggiungere una sufficiente qualità di visione anche alle distanze intermedie. L'uso delle lenti progressive dà maggiori benefici con addizioni medie. La visione è, spesso, sentita più confortevole con le lenti progressive con addizione contenuta. È probabile una certa preferenza per lenti che presentano minori effetti anomali nelle posizioni laterali (astigmatismo, effetti prismatici) piuttosto che un ampio canale di progressione.⁷

Correzione della presbiopia con lenti a contatto.

Come per le lenti oftalmiche, anche le possibilità di correzione della presbiopia con lenti a contatto sono molteplici e includono:

- lenti a contatto a visione singola in combinazione con occhiali da lettura.
- la monovisione
- lenti a contatto rigide bifocali / multifocali
- lenti a contatto morbide bifocali / multifocali

Combinazione lenti a contatto e occhiali.

Questa soluzione si avvale delle lenti a contatto (monofocali) per la correzione dell'ametropia del soggetto qualunque essa sia, e sovrappone ad esse (all'occorrenza) un paio di occhiali da lettura con l'addizione necessaria a compensare la presbiopia. Questa opzione offre alcuni vantaggi come ad esempio una buona visione laterale sia da lontano che da vicino, un buon adattamento e dei bassi costi.⁸ Tuttavia, i pazienti che devono svolgere dei compiti lontano e vicino continuamente, lamentano la poca praticità di dover spesso mettere e togliere gli occhiali.⁹

Monovisione.

La monovisione è un concetto semplice: il soggetto è corretto a distanza in un occhio e per vicino nell'altro. Solitamente si dà la correzione a distanza all'occhio dominante e la correzione da vicino all'occhio non dominante. Il soggetto ha bisogno di adattarsi alla nuova situazione : il cervello deve imparare a sopprimere l'occhio non dominante quando guarda lontano e sopprimere l'occhio dominante

nella visione da vicino.¹⁰

I vantaggi della monovisione sono: l'uso di lenti a contatto standard (non sono necessarie lenti dal design speciale), il basso costo, l'applicazione necessita di poco tempo da parte del professionista, il paziente vede subito il successo dell'applicazione della lente, si evitano tutti i sintomi associati all'uso di lenti bifocali o multifocali come la ridotta sensibilità al contrasto, la visione fluttuante e le immagini fantasma.¹¹

Tuttavia, la principale limitazione della monovisione è mancanza della visione binoculare ben bilanciata. Infatti la monovisione può provocare uno stress al sistema visivo, compromettere la stereopsi e il complesso spazio e movimento influenzando anche la guida.¹¹

Inoltre, quando la presbiopia progredisce ed è necessaria una più elevata addizione, l'uso di lenti a contatto a monovisione può diventare inefficace in molte situazioni, spingendo i pazienti ad abbandonare le lenti.¹²

Lenti a contatto rigide bifocali e multifocali.

Negli anni sono stati fatti molti progressi per aumentare il successo d'applicazione delle lenti rigide bifocali e multifocali.

L'enorme numero di design disponibili per le lenti a contatto rigide per i presbiteri si possono riassumere in: lenti a contatto a visione simultanea e lenti a contatto a visione alternata.

Nella visione simultanea si trovano allo stesso tempo diversi poteri posizionati sulla pupilla. In questo modo arrivano alla retina sia le immagini degli oggetti vicini che le immagini degli oggetti lontani. Il soggetto dovrà dunque sopprimere selettivamente l'immagine più annebbiata che gli proviene dall'oggetto che non è interessato a vedere. Questo concetto si basa proprio sull'interpretazione delle immagini sfocate e della tolleranza della retina alla sovrapposizione forzata di immagini.¹³

Il design delle lenti a contatto rigide a visione simultanea più comunemente applicato è quello asferico. Queste lenti a contatto asferiche hanno l'intera superficie posteriore con geometria asferica. L'appiattimento periferico della superficie provvede a fornire un' addizione per vicino in continuo cambiamento. Per avere la massima addizione da vicino, deve essere usato il più alto grado di appiattimento della curvatura periferica.

Nella visione alternata, invece, analogamente alle lenti per occhiali bifocali, ci sono due zone specifiche: una per la visione da lontano e una per la visione prossimale. Il design di queste lenti può essere concentrico o segmentato. Nel design segmentato, quando lo sguardo è rivolto all'infinito, la visione avviene attraverso la zona della lente con correzione per lontano, mentre quando lo sguardo è rivolto verso il basso, la visione avviene attraverso il segmento a mezza luna con correzione per vicino.

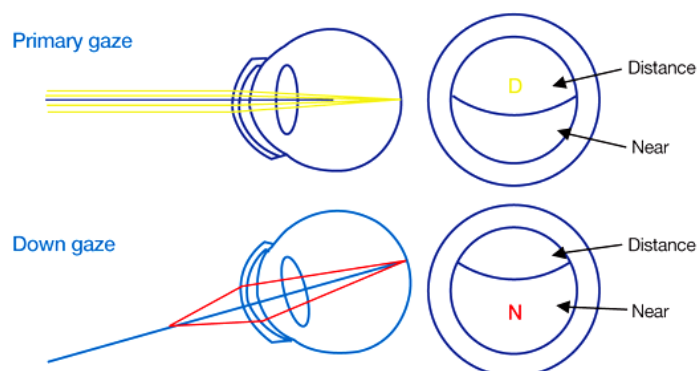


Illustrazione 1: Lenti bifocali a visione alternata

Nel design concentrico, invece, c'è una grande zona da lontano (al centro della lente) e nella periferia attorno al centro c'è la zona del vicino. Quindi la parte della lente con la zona da vicino forma un anello tutt'attorno alla zona della visione da lontano.¹⁴

In queste lenti gioca un ruolo importante il diametro pupillare: la zona della lente da lontano deve essere più piccola rispetto al diametro pupillare medio, in modo da permettere al soggetto di poter vedere attraverso la zona per il vicino quando rivolge lo sguardo verso il basso.

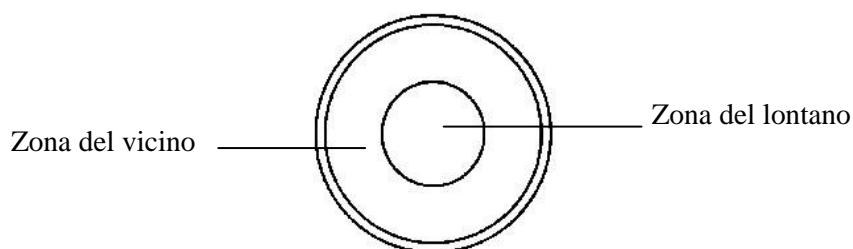


Illustrazione 2: Design lenti concentriche

Queste lenti ovviamente richiedono una maggiore accuratezza e precisione delle misurazioni, ma non sono soggette a problemi di rotazione della lente.¹⁴

Le performance visive delle lenti a contatto rigide multifocali sono molto buone. Infatti, i soggetti che portano le lenti a contatto rigide multifocali hanno la miglior sensibilità al contrasto, sia alle alte che alle basse frequenze spaziali, al pari con chi porta le lenti oftalmiche progressive.¹⁷

Inoltre, i portatori di lenti a contatto rigide hanno l'indice più basso di abbagliamento monoculare, una caratteristica che è molto disabilitante per il portatore se presente in maniera eccessiva.¹⁷

1.3 LE LENTIA CONTATTO MORBIDE

Lenti a contatto morbide

Le prime lenti a contatto hydrogel bifocali e multifocali furono sviluppate negli anni '70, emulando il design delle lenti a contatto rigide. I primi risultati non furono incoraggianti sia per la scarsa qualità di performance visiva che per i costi troppo elevati di produzione.

Le lenti a contatto morbide bifocali e multifocali hanno ancora delle limitazioni se le paragoniamo alle lenti bifocali e multifocali rigide; la qualità della visione infatti è compromessa dal contenuto d'acqua delle lenti morbide. Tuttavia, i presbiteri sono così motivati a non voler indossare gli occhiali che sono spesso soddisfatti anche con una qualità di visione inferiore.

Le lenti a contatto morbide per presbiteri, come le rigide, possono essere bifocali o multifocali, ma quelle di uso più comune sono le multifocali. In effetti le moderne lenti a contatto morbide multifocali sono invariabilmente un'evoluzione delle lenti bifocali.¹⁶

Il design di queste lenti è l'evoluzione della visione simultanea.

Con visione simultanea, la retina riceve immagini da diverse distanze nello stesso momento. Il sistema visivo è in grado di selezionare l'immagine richiesta, assicurando quindi una buona visione per lontano, per vicino e per le distanze intermedie. Rispetto alla monovisione, in base alla quale il sistema seleziona l'immagine da un occhio o dall'altro in un punto più avanzato del percorso visivo, la visione simultanea consente al sistema di selezionare l'immagine desiderata ad uno stadio anteriore del processo visivo.

La visione simultanea può essere ottenuta attraverso diversi tipi di lente:

Lenti a zone concentriche

Questo tipo di lente prevede un certo numero di zone concentriche con correzione alternata per lontano e per vicino. La percentuale di luce che entra nell'occhio dalle zone con correzione prossimale e per lontano determina la quantità della visione alle varie distanze. Per esempio, se una percentuale maggiore di luce entra attraverso la zona con correzione per lontano, la l'acuità visiva rispetto agli oggetti vicini sarà relativamente scarsa. La percentuale di luce che entra nell'occhio da ogni singola zona è controllata dalla dimensione della pupilla. Di conseguenza, la larghezza di ogni singola zona viene calcolata in base alla variazione media delle dimensioni della pupilla con illuminazione variabile (riscontrata tra i presbiteri). Questo tipo di lente favorisce la visione da lontano in condizioni di illuminazione molto elevata e molto scarsa, e assicura un rapporto di divisione della luce più omogeneo in condizioni di illuminazione ambientale.¹⁶

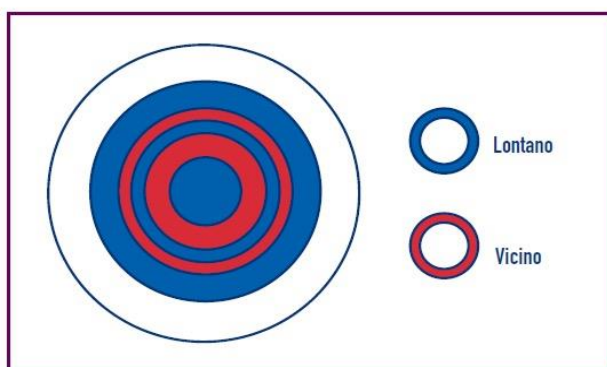


Illustrazione 3: Design di una lente a zone concentriche

Lenti diffrattive

Le lenti a contatto diffrattive, che utilizzavano la rifrazione per correggere la visione da lontano e una combinazione di rifrazione e diffrazione per correggere la visione da vicino, oggi non vengono più commercializzate. Veniva realizzata una zona di diffrazione incidendo singole sfaccettature sulla superficie posteriore della lente secondo uno schema ad anelli concentrici. La luce incidente sulla retina si divideva nei fuochi da lontano e da vicino e le immagini si sovrapponevano. L'intensità delle singole immagini, tuttavia, risultava significativamente ridotta dalla zona diffrattiva e l'immagine era costituita solo dal 40% di luce. Ne risultavano una ridotta qualità dell'immagine retinica e bassa sensibilità al

contrasto. Inoltre, la qualità della visione offerta dalle lenti diffrattive dipendeva in larga parte dal centraggio della lente.¹⁶

Lenti asferiche

Come avviene per altre lenti a visione simultanea, le distribuzioni dei poteri delle lenti asferiche sono disposte in modo concentrico intorno al centro della lente. Il potere refrattivo cambia gradualmente dal centro geometrico della lente alla periferia della zona ottica. Le lenti asferiche possono essere divise in lenti centro-lontano e lenti centro-vicino.

Lenti centro-lontano

Nelle lenti centro-lontano, la curva asferica si trova in genere sulla superficie posteriore. La distribuzione del potere prevede al centro il massimo negativo (minimo positivo) e, spostandosi verso l'esterno, la zona periferica cambia gradualmente nella zona per vicino (meno negativa). Il cambiamento graduale di potere si ottiene tramite la curva asferica che induce un'aberrazione sferica positiva. La luce da un oggetto posto a distanza è focalizzata sulla retina grazie alla zona centrale della lente, mentre un'immagine sfocata è formata dalla zona periferica. Quando si guarda un oggetto vicino, succede il contrario, con la luce a fuoco proiettata sulla retina dalla periferia, e la luce fuori fuoco dalla retina centrale. Il sistema visivo a questo punto seleziona la più nitida tra le due immagini. Maggiore è l'eccentricità (l'appiattimento) della superficie posteriore, maggiore sarà l'addizione.

Lenti centro-vicino

Una questione di interesse in relazione alle lenti centro-lontano riguarda il fatto che, quando si guardano gli oggetti da vicino, la pupilla reagisce naturalmente restringendosi. Il restringimento della pupilla permette il passaggio di una minor quantità di luce attraverso la zona periferica della lente per vicino.

Le lenti centro-vicino sono state introdotte per superare il problema del restringimento pupillare durante il lavoro da vicino. Con questo tipo di lente la distribuzione del potere prevede il più positivo al centro, cambiando gradualmente

verso il meno positivo nella zona periferica con correzione per lontano. La curva asferica viene realizzata sulla superficie anteriore per favorire un'aberrazione sferica negativa, controllando l'aberrazione sferica dell'occhio e restituendo una migliore qualità dell'immagine e una maggiore profondità di fuoco. Con il progredire della presbiopia, l'eccentricità della superficie anteriore può essere aumentata. Poiché per questo tipo di lente è della massima importanza un accurato centraggio della lente sull'occhio, un sistema ottico combinato con superficie anteriore e posteriore asferica può migliorare il centraggio della lente sull'occhio e allo stesso tempo migliorare la qualità dell'immagine e la profondità di fuoco.

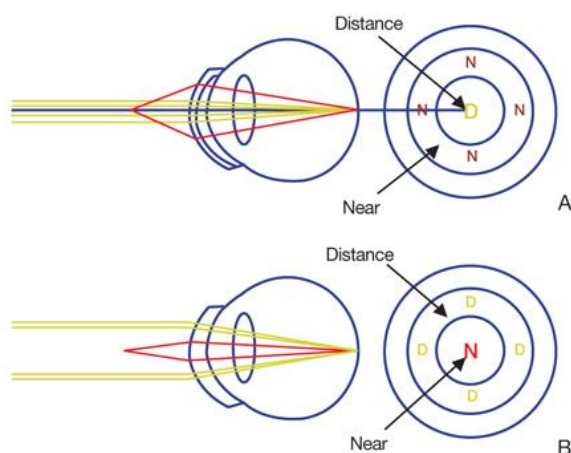


Illustrazione 4: Lenti centro-lontano e lenti centro-vicino

Secondo degli studi con la monovisione si ottengono delle performance visive migliori che con una lente a contatto asferica a centro-vicino per quanto riguarda sia l'acuità visiva da lontano che l'acuità visiva per vicino. Invece, le lenti a contatto multifocali provvedono ad una migliore stereopsi e ad un range più ampio di visione nitida da vicino.¹⁸

CAPITOLO 2: LO STUDIO

2.1 SELEZIONE DEI SOGGETTI

Lo studio è stato condotto su un campione di 19 soggetti (5 maschi e 14 femmine) di età compresa tra i 46 e i 70 anni. I soggetti che hanno partecipato allo studio sono stati selezionati secondo criteri ben precisi:

- presbiteri, il che implica un'età almeno > 40 anni,
- portatori abituali di lenti a contatto multifocali,
- senza patologie oculari diagnosticate o in corso.

2.2 TEST ESEGUITI

In questo studio sono stati misurati l'acuità visiva da vicino e da lontano, la stereopsi, la sensibilità al contrasto e il punto prossimo di accomodazione a dei soggetti portatori di lenti a contatto multifocali. Andiamo ad analizzare ora ogni test che è stato effettuato.

Acuità visiva.

Con acuità visiva si intende la quantificazione delle dimensioni del simbolo più piccolo di cui si notano i particolari. Si considera sufficiente la capacità di distinguere una figura che sottende, tra un elemento e un altro, 1' d'arco; a questa capacità si attribuisce il valore di 10/10. L'acuità ad alto contrasto è un test di routine effettuato ad ogni controllo visivo. È appropriato porre particolare attenzione sulla valutazione degli effetti dell'annebbiamento che può essere causato dalle lenti a contatto multifocali sull'acuità visiva, perché questo sfuocamento riduce il contrasto principalmente alle alte frequenze spaziali, rendendo difficile il riconoscimento di oggetti di natura complessa. Tuttavia, molti obiettivi visivi, come il riconoscimento di oggetti familiari come i volti o i veicoli sono basati principalmente sulle frequenze spaziali intermedie e basse. Questi oggetti saranno meno affetti dagli effetti dell'annebbiamento rispetto agli oggetti che devono essere riconosciuti con le alte frequenze spaziali. Questo è il motivo per cui dei soggetti con scarsa visione sono in grado di camminare normalmente anche quando non sono capaci di vedere bene a sufficienza per leggere il giornale o ricevere informazioni sui segnali stradali.¹⁹

Sensibilità al contrasto.

La sensibilità al contrasto quantifica il più basso contrasto al quale una data frequenza spaziale può essere rilevata.

Degli obiettivi visivi specifici si basano su determinati range di frequenze spaziali. Per esempio, le alte frequenze sono importanti nella lettura, mentre le basse frequenze sono importanti per i requisiti locomotori come camminare, controllare la postura o evitare ostacoli. La sensibilità al contrasto fornisce una vista complessiva di tutte le performance limitanti tramite lo spettro spaziale visivo.¹⁹

Degli studi hanno incluso la misurazione della sensibilità al contrasto nei test visivi per avere una più completa e reale valutazione delle performance visive.²¹

Altri studi hanno riportato che la sensibilità al contrasto è fondamentale per misurare la qualità visiva nella vita di tutti i giorni dei portatori di lenti a contatto.

²²

Alcuni ricercatori hanno dimostrato come alcuni dei requisiti visivi quotidiani come la velocità di lettura e l'orientamento in movimento possano resistere ad una grossa riduzione della sensibilità al contrasto senza gravi deficit. Tuttavia, una riduzione della sensibilità al contrasto può influire negativamente su altri requisiti come le velocità di lettura di lettere di piccole dimensioni (come quelle stampate sui quotidiani) oppure il riconoscimento dei volti, creando dei notevoli disagi.²²

Stereopsi.

A causa della diversa posizione lungo l'orizzontale dei due occhi, le immagini retiniche di uno stesso oggetto risultano leggermente differenti; pertanto, in condizioni fisiologiche esiste un certo spostamento o disparità retinica binoculare orizzontale tra le due immagini. Ciò nonostante, le due immagini vengono fuse in una e, inoltre, detta disparità è sfruttata dalla psiche per trarre l'informazione relativa alla profondità e alla posizione spaziale dell'oggetto. Questa capacità percettiva è detta stereopsi (o stereopsia, ossia visione solida) e, similmente ad altre percezioni, può essere posseduta in vario grado dai diversi osservatori.²⁰

La stereopsi è, nella pratica quotidiana, il test di maggior uso per la valutazione dell'integrità della visione binoculare. Una ridotta stereopsi può evidenziare: una riduzione dell'acuità visiva (di grado differente tra i due occhi), e/o una difficoltà del processo di integrazione delle immagini binoculari. Una buona stereoacuità, invece, può essere indice di una buona fissazione bifoveale (assenza di

corrispondenza retinica anomala) e una modesta o nessuna differenza d'acuità tra i due occhi.²⁰

Intervallo di visione nitida (IVN).

È lo spazio-oggetto, solitamente in metri, compreso tra il punto remoto e il punto prossimo. Un oggetto compreso nell'IVN verrà visto a fuoco; la maggiore o minore estensione di tale spazio dipende dall'accomodazione del soggetto. L'IVN non è la differenza tra le posizioni di punto remoto e punto prossimo di accomodazione, ma l'estensione tra l'infinito e il punto prossimo di accomodazione.²⁰

Il punto prossimo di accomodazione (PPA) è il punto coniugato della retina quando l'accomodazione è esercitata completamente e, pertanto, si tratta del punto più vicino all'occhio che può venir messo a fuoco.

Esso varia sia in relazione all'ametropia che all'accomodazione (ovvero all'età poiché con essa varia il potere accomodativo).²⁰

Tutti questi test offrono la possibilità di determinare oggettivamente il livello di qualità visiva con le lenti a contatto multifocali e verificare la qualità delle performance visive di ciascun soggetto. Ognuno di questi test indaga una funzione visiva diversa, tutte funzioni indispensabili per avere una visione ottimale. Dunque sono stati scelti questi 5 test che nello studio faranno da principali indicatori di una buona visione con le lenti a contatto multifocali..

2.3 MATERIALI

I soggetti sono stati sottoposti una serie di test ripetuti in due condizioni: con le lenti a contatto multifocali e con l'occhiale corrispondente. Sia le lenti a contatto che gli occhiali considerati sono stati per ogni soggetto quelli usati abitualmente dal soggetto. I test eseguiti sui soggetti sono: acuità visiva da lontano e da vicino, sensibilità al contrasto, stereopsi e punto prossimo di accomodazione. Inoltre, è stato somministrato ai soggetti un questionario in cui essi potevano giudicare con un voto da 1 a 10 il loro grado di soddisfazione rispetto alla qualità di vari parametri riguardanti la visione con lenti a contatto multifocali.

Per eseguire i test di acuità visiva da lontano e sensibilità al contrasto è stato fatto uso dello schermo VIS|US, Survey vision, OA Group Company. Per l'acuità

visiva da lontano sono state proiettate sullo schermo le lettere di Sloan indicate dalla normativa BS 4724, la sensibilità di misura dello strumento va da 0,5/10 a 16/10. Per la sensibilità al contrasto è stata scelta la modalità con mire non accomodative (valore di AV costante a 1,25/10) scure su sfondo chiaro (stimoli ad onda quadra). Il contrasto decresce ad una progressione logaritmica di 0,15 e i valori dei risultati sono espressi in contrasto percentuale.

L'acuità visiva da vicino è stata valutata con la tavola ottotipica "TAILOR VISION" con test per vicino ed esempi di lettura. La massima acuità visiva rilevabile da vicino con questa tavola ottotipica sono i 10/10, la minima acuità visiva da vicino, invece, corrisponde a 1/10.

Il test della stereopsi è stato eseguito con "Stereo test" della Stereo Optical CO., INC. Questo test è in grado di valutare sia la stereopsi grossolana che quella più fine; il range di stereopsi misurabile con questo test va da 800 a 40 secondi/arco.

Il punto prossimo di accomodazione è stato misurato con una mira e un metro da sarta tarato in cm, partendo da circa 70cm e facendo avvicinare la mira agli occhi del soggetto. Al primo sfuocamento della mira del parte del soggetto si è misurata la distanza tra occhi del soggetto e mira, e la misura ottenuta è il valore del PPA.

Tutti dati raccolti sono stati trascritti nel programma di calcolo excel, e con l'aiuto di tale programma è stata eseguita l'analisi statistica dei dati.

2.4 ANALISI STATISTICA

Lo scopo dello studio è analizzare e confrontare i risultati ottenuti con le lenti a contatto e quelli ottenuti con gli occhiali per vedere in cosa le due modalità di correzione sono diverse in termini di performance e qualità visive. Inoltre, grazie al questionario soggettivo si potrà valutare il grado di soddisfazione dei soggetti nei confronti delle lenti a contatto multifocali.

I dati oggettivi rilevati nello studio sono stati elaborati, secondo analisi statistiche sia di tipo descrittivo che inferenziale. Sono stati calcolati i principali indici statistici di tendenza centrale e variabilità per le variabili acuità visiva vicino e lontano, stereopsi, sensibilità al contrasto e PPA.

Abbiamo eseguito un test Z della distribuzione gaussiana per il confronto fra due medie. Questo test ci restituisce una valore corrispondente alla probabilità che le due misurazioni siano diverse. La formula utilizzata per questo calcolo è:

$$z := \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\bar{s} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

in cui al numeratore x_1 e x_2 sono le due medie e al denominatore la stima dell'errore tramite un unico errore quadratico medio, s , è pesato dai componenti n_1 e n_2 corrispondenti alle due medie.

Essendo in possesso di dati appaiati, siamo interessati alle loro differenze, perciò è stato anche effettuato un test di t-student per dati appaiati.

Vengono formulate due ipotesi: la prima, chiamata H_0 o ipotesi nulla, è che la media delle differenze tra i dati raccolti con gli occhiali o con le lenti a contatto multifocali per ciascuna variabile sia uguale a zero. In questo caso non vi sarebbe alcuna differenza in termini di visione tra le due modalità di visione. La seconda ipotesi, chiamata H_1 o ipotesi alternativa, è che la media delle differenze sia diversa da zero, con la conseguenza che vi siano delle differenze di visione tra le due modalità. Nel formulare la seconda ipotesi si deve tener conto se utilizzare un test a una coda o due code: nel primo caso si suppone che la differenza tra lenti a contatto e occhiali possa influenzare le variabili analizzate (AV lontano e vicino, sensibilità al contrasto, stereopsi e PPA) portando solo o ad un peggioramento dei risultati ottenuti, o solo ad un miglioramento. Nel caso del test a due code invece la variabile può essere influenzata in entrambe le direzioni. Nel nostro caso è stato scelto di utilizzare il test a due code e le ipotesi del test di t-student sono perciò le seguenti:

- H_0 : media differenze = 0
- H_1 : media differenze \neq 0

Successivamente, grazie all'utilizzo di un programma per il calcolo statistico, si ottiene un valore che corrisponde al livello di significatività osservato. Questo valore rappresenta la probabilità di osservare un valore della statistica test uguale o più estremo del valore che si calcola a partire dal campione, quando l'ipotesi H_0 è vera (p-value). Se tale valore è maggiore o uguale ad α (valore di significatività critico, confrontato in tabella) l'ipotesi nulla viene accettata, altrimenti viene rifiutata. Il valore di α critico nel nostro caso è di 0.05 (5%).²³

CAPITOLO 3: RISULTATI

3.1 DESCRIZIONE E DISCUSSIONE DELLE VARIABILI

In questa parte si descriverà l'analisi statistica effettuata sui dati raccolti, in particolare confrontando i risultati delle due distribuzioni precedentemente descritte, relative ai soggetti con gli occhiali e quella relativa ai soggetti con le lenti a contatto multifocali. Lo scopo primario è stato quello di capire se le due modalità di correzione della presbiopia siano uguali in termini di performance visive o se invece una modalità è meglio dell'altra.

Acuità visiva da lontano.

Per poter analizzare al meglio i dati sull'acuità visiva da lontano è stato necessario eliminare un dato singolo, identificato come "outlier" (cioè un dato che si discosta di molto dalla media del campione, e che possiede quindi con un'alta probabilità di essere inficiato da effetti indesiderati – tale probabilità è stata scelta essere del 95.05%, corrispondente ad un effetto di 2σ). Il dato in questione è il valore 4/10 per l'acuità visiva da lontano con lenti a contatto nel soggetto numero 18. Questo elemento infatti dista 4σ (probabilità di essere omogeneo al resto del campione pari a $100\% - 99.9937\% = 0,0063\%$) dalla media dei dati e corrisponde quindi ad un valore anomalo, che sarebbe fuorviante nell'indagine se venisse preso in considerazione.

AV lontano	Media	Errore	Deviazione standard
Occhiale	10,37	0,29	1,26
Lac	9,89	0,34	1,45

Tabella 3: Risultati analisi dati per l'AV lontano

Nella figura 1 sono riportate le distribuzioni dell'acuità visiva da lontano, mentre in tabella 3 si sono quotati i valori di media, errore della media e deviazione standard del singolo dato. Osservando le due distribuzioni si nota come i dati relativi alle misure con l'occhiale tendano ad essere meno dispersi rispetto a quelli delle misure eseguite con le lenti a contatto. Questa osservazione è confermata, anche se non sembrerebbe in modo statisticamente così significativo dai differenti valori della deviazione standard (dev. st. occhiale < dev. st. lac).

Per una maggior valutazione quantitativa abbiamo quindi proceduto a studiare la

differenza dal punto di vista statistico. Per comprendere visivamente la distribuzione del campione in oggetto i dati sono stati rappresentati in un istogramma. Sull'istogramma sono rappresentate le frequenze dei dati dell'acuità visiva da lontano eseguite sia con gli occhiali che con le lenti a contatto multifocali. Sull'asse delle x si trovano i decimi, mentre sull'asse delle y sono rappresentate le frequenze di osservazione di ciascun dato.

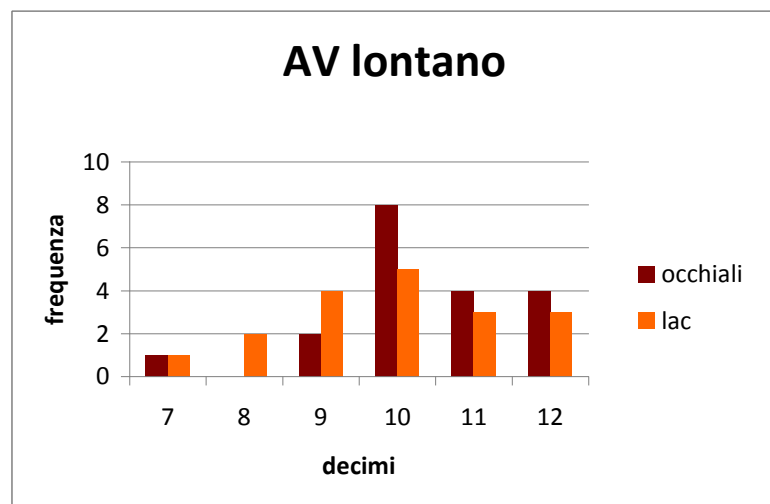


Figura 1 - Istogramma dei dati relativi all'acuità visiva da lontano.

Per quanto riguarda i dati corrispondenti alla misurazione fatta con gli occhiali notiamo un picco corrispondente alla visione dei 10/10. Il picco è più basso per le misurazioni effettuate con le lenti a contatto multifocali, anche se corrisponde sempre al valore di 10/10 il dato. Dal grafico possiamo notare come le due distribuzioni siano effettivamente diverse: sulla parte sinistra del grafico (7/10, 8/10 e 9/10) vi è una maggioranza di frequenze di dati effettuati con le lenti a contatto, mentre i dati effettuati con gli occhiali prevalgono nella parte destra del grafico (10/10, 11/10 e 12/10).

(E' importante ricordare che i due campioni possiedono lo stesso numero di dati).

Effettuando il test Z della distribuzione gaussiana ($\Delta\sigma = 1,072$) è emersa una probabilità pari al 71,54% che i due risultati siano diversi. Questo valore è indicativo di una certa differenza tra le due variabili, anche se non così marcata (significativa).

Infatti, confrontando il grafico con i valori delle due medie messe a confronto, possiamo notare come esse siano vicine e, considerando le barre di errore le due

medie arrivano a toccarsi e sormontarsi ($10,37-0,29=10,01$ e $9,89+0,34=10,23$).

È stato eseguito anche il test di t-student per i due insiemi di dati, con il quale si è ottenuta una probabilità inferiore al 9% che la differenza tra i due dati sia dovuta al caso. Quest'ultimo valore risulta in effetti più significativo dal punto di vista statistico.

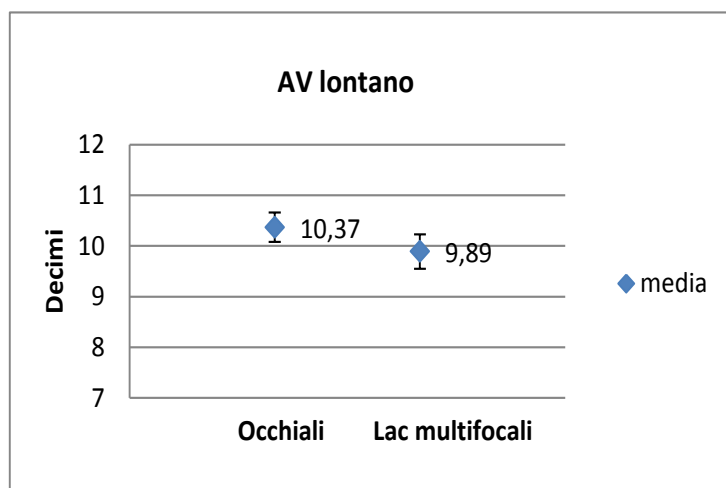


Figura 2 - Grafico delle medie delle due distribuzioni a confronto

Dunque la nostra conclusione è che le differenze tra le due variabili (occhiali e lenti a contatto) ci siano e favoriscano la visione con gli occhiali, cioè che i soggetti hanno avuto performance visive migliori per quanto riguarda l'acuità visiva da lontano. Tale conclusione potrebbe comunque risultare azzardata dal punto di vista statistico, da confermarsi con un campionamento più ampio.

Acuità visiva da vicino.

Av vicino	Media	Errore	Deviazione standard
Occhiale	9,84	0,12	0,502
Lac multifocali	9,72	0,15	0,691

Tabella 4: Risultati analisi dati per l'AV da vicino

Come per l'acuità visiva da lontano, sono stati raccolti i dati dell'acuità visiva da vicino con due modalità differenti: con gli occhiali e con le lenti a contatto. Anche in questo caso si è dovuto eliminare un outlier, rappresentato dal dato 6/10 per

l'acuità visiva da vicino con lenti a contatto multifocali e relativo al soggetto numero 18. Questo dato infatti dista $5,3 \sigma$ dalla media, ed è quindi significativamente un valore anomalo (la sua inclusione sarebbe fuorviante nell'indagine se venisse preso in considerazione).

Sull'istogramma in figura 3 sono rappresentate le due condizioni di misurazione effettuate (con gli occhiali e con le lenti a contatto multifocali). Sull'asse delle x troviamo i decimi mentre sull'asse delle y ci sono le frequenze di osservazione delle misure corrispondenti.

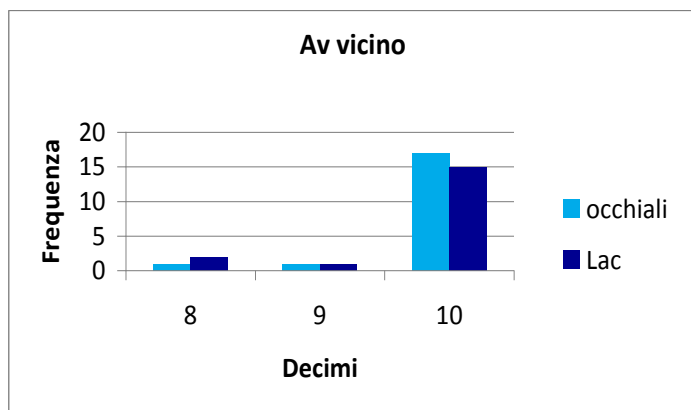


Figura 3 - Istogramma dei dati relativi all'acuità visiva da vicino

L'istogramma mostra per entrambe le variabili un picco delle osservazioni pari ai 10/10 e una piccola presenza agli 8/10 e 9/10. Osservando l'istogramma relativo all'acuità visiva da vicino notiamo che per entrambe le variabili le distribuzioni non sono normali (non possiedono cioè la classica forma a campana). Tuttavia i dati non sono eccessivamente dispersi; questo si conferma anche analizzando i valori delle due deviazioni standard (0,50 e 0,69) che, essendo molto bassi indicano una bassa dispersione dei dati attorno alle medie.

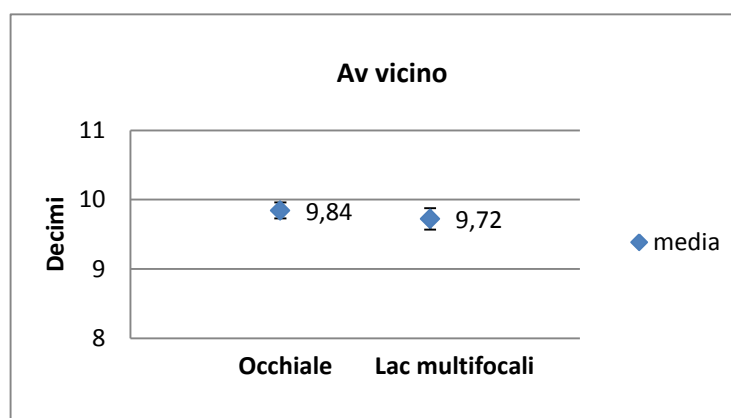


Figura 4 - Grafico delle medie delle due distribuzioni a confronto

Dal grafico del confronto delle medie (in figura 4) possiamo notare come i due valori siano molto vicini e, considerando gli errori, i due estimatori si sovrappongono ($9,84-0,12=9,72$ e $9,72+0,15=9,87$).

Effettuando il test Z della distribuzione gaussiana è risultato una $\Delta\sigma = 0,625$ corrispondente ad una probabilità del 47% che i due dati siano diversi e quindi una corrispondente probabilità del 53% che i dati siano uguali.

Il test di t-student per dati appaiati che è stato eseguito ha restituito una probabilità pari al 60,2% che la differenza tra i due risultati sia dovuta al caso.

Ciò significa che possiamo affermare con una buona probabilità che i due campioni corrispondano ad un comportamento simile.

Sensibilità al contrasto

Nel caso della sensibilità al contrasto, a differenza dell'acuità da vicino e dell'acuità da lontano, non sono stati rilevati outlier, per cui si è proceduto nell'analisi statistica con tutti i dati d'origine.

Sensibilità al contrasto	Media	Errore	Deviazione standard
Occhiale	1,72	0,20	0,885
Lac multifocali	2,83	0,37	1,602

Tabella 5: Risultati dell'analisi statistica per la sensibilità al contrasto

Sull'istogramma in figura 5 sono stati rappresentati sull'asse delle ascisse le percentuali di contrasto e sull'asse delle ordinate le frequenze delle corrispondenti misurazioni.

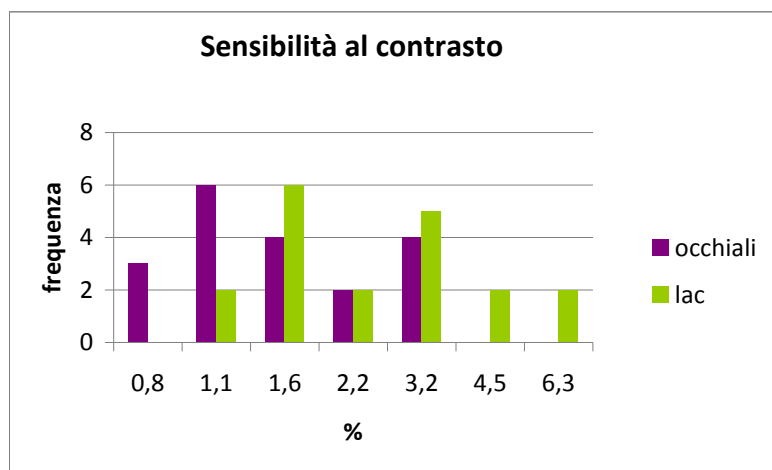


Figura 5 - Istogramma dei dati riguardanti la sensibilità al contrasto

L'istogramma mostra una prevalenza di dati corrispondenti alla condizione "abituale" sulla parte sinistra del grafico, con un picco di frequenze corrispondente al 1,1% . Nella parte destra del grafico, invece, è presente in maggioranza la condizione di misurazione con lenti a contatto, con un picco sul 1,6%. Questo evidenzia un certo spostamento verso destra (corrispondenti ad una peggiore sensibilità al contrasto) delle performance visive dei soggetti misurate con le lenti a contatto.

La deviazione standard evidenzia una maggior compattezza nella distribuzione dei dati riguardanti la condizione "abituale" (dev. st. abituale < dev. st. lac).

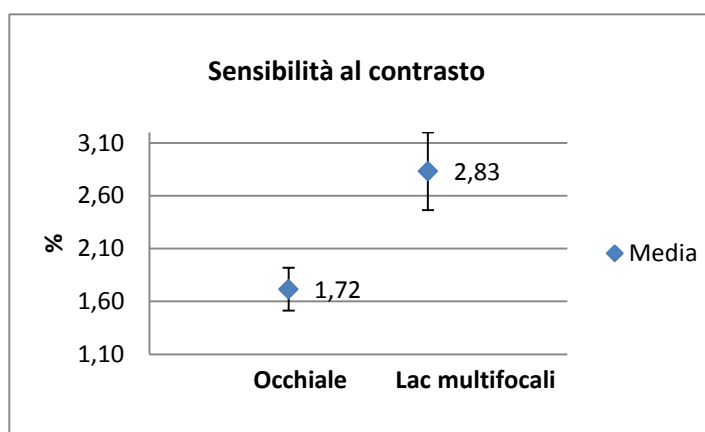


Figura 6 - Grafico delle medie delle due distribuzioni a confronto

In figura 6, nel grafico delle medie a confronto, risulta evidente come le due variabili abbiano dato risultati diverse, per cui le due medie nel grafico sono molto lontane tra loro e non si toccano nemmeno considerando gli errori di ciascuna.

Il test Z della distribuzione gaussiana ha dato come risultato $\Delta\sigma = 2,66$ corrispondente ad una probabilità di 99,24% che i due risultati siano diversi tra loro ed a un corrispondente valore di 0,76% che i valori ottenuti siano uguali. Il test di t-student per dati appaiati ha dato come risultato una probabilità inferiore allo 0,13% che la differenza tra le due variabili sia dovuta al caso.

Stereopsi

Per la stereopsi non sono stati individuati outlier, per cui si è proceduto all'analisi statistica con tutti i dati d'origine.

Stereopsi	Media	Errore	Deviazione standard
Occhiale	90,00	10,84	47,25
Lac multifocali	145,26	23,93	104,31

Tabella 6: Risultati dell'analisi statistica per la stereopsi

Dall'analisi dei valori delle due medie si evidenzia un'importante differenza tra le due condizioni (abituale e lenti a contatto multifocali).

I dati corrispondenti alle due variabili sono rappresentati nell'istogramma in figura 7. Sull'asse delle ascisse sono rappresentati i secondi d'arco (valori della scala di misura della stereopsi), mentre sull'asse delle ordinate sono rappresentate le frequenze delle corrispondenti misurazioni.

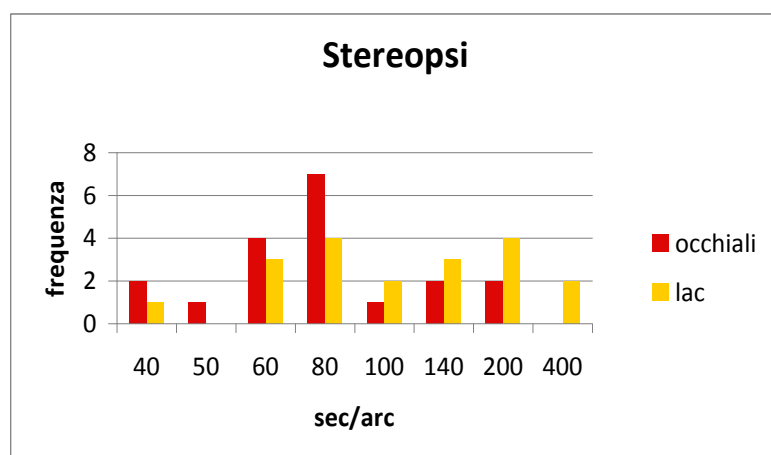


Figura 7 - Istogramma relativo ai dati della stereopsi

Anche per la stereopsi, come è stato evidenziato nella sensibilità al contrasto, c'è una prevalenza di dati corrispondenti alle misure con gli occhiali sulla parte sinistra del grafico, mentre sulla parte destra del grafico troviamo una maggioranza di dati riguardanti le misure con le lenti a contatto multifocali.

Entrambe le distribuzioni possiedono un comportamento bimodale, cioè si accumulano in due differenti zone, la prima attorno ai valore di 80 sec/arc e la seconda attorno i 170 sec/arc. Tuttavia, per le misurazioni con gli occhiali, il primo picco è dominante e potremo quindi assumere una distribuzione normale centrata a 90 sec/arc.

Riguardo le misurazioni con le lenti a contatto multifocali, invece, si evidenziano abbastanza chiaramente due picchi, in corrispondenza degli 80 e dei 200 sec/arc. I dati non sono quindi distribuiti normalmente (il computo di una equivalente deviazione standard calcolata su una sola Gaussiana dà $\sigma=104,31$, evidenziando una forte dispersione dei dati attorno alla media).

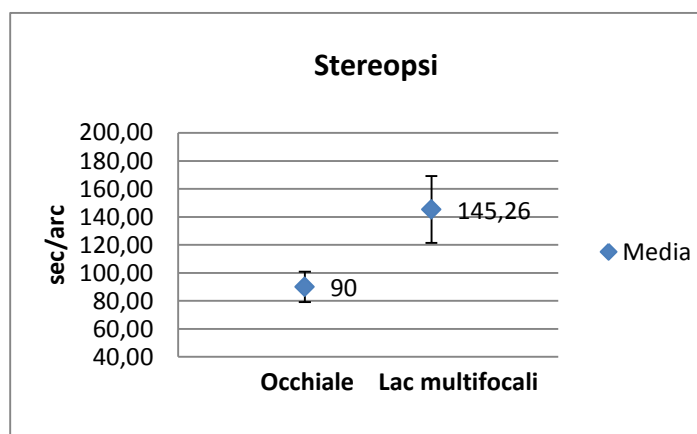


Figura 8 - Grafico delle medie delle due distribuzioni a confronto

Procedendo comunque come per le precedenti analisi e confrontando quindi le due medie si nota come esse siano distanti l'una dall'altra e non si tocchino neppure considerando gli errori di ciascuno ($90+10,84=100,84$ e $145,26-23,93=121,33$).

Con il test Z della distribuzione gaussiana si è ottenuto un $\Delta\sigma = 2,103$, il cui valore corrisponde ad una probabilità del 96,43% che i risultati delle due variabili siano diversi tra loro. È stato eseguito anche il test di t-student, dal quale è emersa una probabilità pari al 1,4% che la differenza tra i risultati delle due variabili sia dovuta ad un effetto casuale. Questo evidenzia il fatto che, in termini di stereopsi,

i soggetti hanno avuto performance migliori con gli occhiali rispetto alle lenti a contatto multifocali, e i risultati ottenuti sono altamente significativi.

E' tuttavia significativa la presenza di due sotto popolazioni nel caso delle lenti a contatto, una con le performances simili a quelle degli occhiali, ed una con le performances peggiori.

Punto Prossimo di Accomodazione (PPA)

Nelle misurazione effettuate sul PPA sono stati rilevati ed eliminati tre outlier: il valore 50 cm sul soggetto numero 16 nella misurazione con gli occhiali, e i valori 40 cm sui soggetti 17 e 18 nelle misurazioni con lenti a contatto multifocali. I seguenti valori, infatti, distano rispettivamente $3,6\sigma$ e $2,4\sigma$ e dunque sono significativamente dei valori anomali per la scelta limite che abbiamo scelto all'inizio per l'analisi statistica (effetto di 2σ).

PPA	Media	Errore	Deviazione standard
Occhiale	24,44	1,66	7,048
Lac multifocali	24,41	1,54	6,345

Tabella 7: Risultati dell'analisi statistica per il PPA

Analizzando i valori delle due medie si nota che non vi è una grande differenza tra le due condizioni di misurazione. I dati con le frequenze di misurazione del PPA sono stati inseriti in un istogramma (rappresentato in figura 9); sull'asse delle x troviamo i cm corrispondenti al PPA e sull'asse delle y le frequenze dei dati.

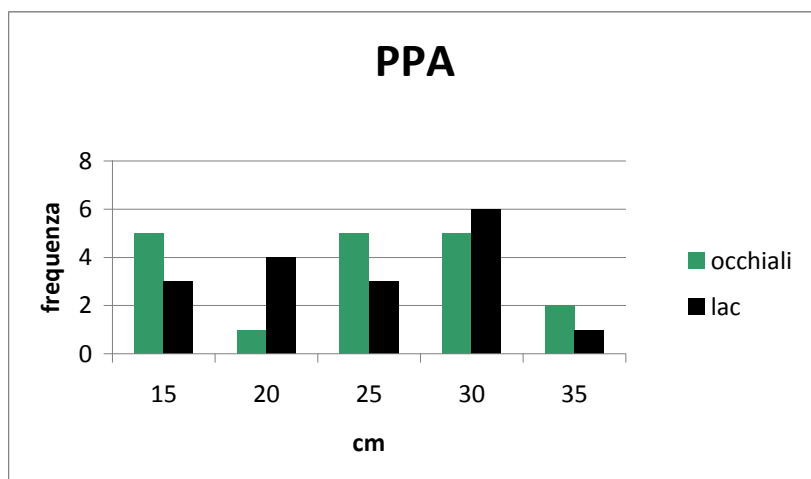


Figura 9 – Istogramma dei dati relativi al PPA

Si nota dall'istogramma come le due distribuzioni non seguano un andamento propriamente normale; infatti per i dati misurati con gli occhiali troviamo sia per i 15 cm, che per i 25 cm che per i 30 cm un'uguale frequenza di dati (5 volte ciascuno). Per quanto riguarda le lenti a contatto si evidenzia un possibile picco in corrispondenza dei 30 cm, e una dispersione degli altri valori attorno. Anche le deviazioni standard, molto alte, confermano una cospicua dispersione dei dati attorno alla media per entrambe le distribuzioni.

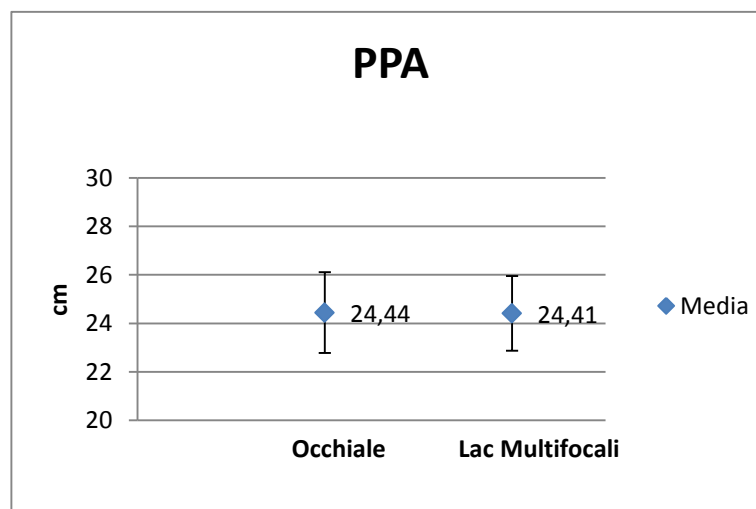


Figura 10 - Grafico delle medie delle due distribuzioni a confronto

Il grafico delle medie a confronto evidenzia come le due medie siano praticamente uguali, vicinissime tra loro, dato che differiscono solamente di 0,03 cm.

Il test Z della distribuzione gaussiana ha dato come risultato $\Delta\sigma = 0,014$, corrispondente ad una probabilità del 1,1% che i risultati delle due distribuzioni

siano diversi. Questo evidenzia ancor di più come i dati delle due distribuzioni siano statisticamente molto simili tra di loro.

I risultati del test di t-student effettuato sui dati relativi al PPA hanno restituito una probabilità inferiore al 58,05% che la differenza tra le due distribuzioni sia dovuta al caso. Dunque possiamo concludere nell'affermare che i test statistici effettuati per le misurazioni del PPA mostrano come le due variabili (occhiali e lenti a contatto multifocali) abbiano una bassa probabilità di essere statisticamente diversi, e corrispondentemente che le piccole differenze tra le due distribuzioni abbiano un'alta probabilità di essere dovute al caso.

Dipendenza legata all'età

Per ogni variabile è stata controllata l'eventuale dipendenza delle risposte dei test con l'età, al fine di verificare se per ogni variabile misurata (AV, stereopsi, sensibilità al contrasto...) con le lenti a contatto multifocali vi sia una dipendenza dei risultati legata all'età (per esempio un peggioramento dei dati con l'aumento dell'età).

Per verificare questo è stato eseguito il test di indipendenza del chi quadro, che restituisce il valore della probabilità che la differenza tra i valori osservati e quelli attesi sia dovuto al caso (ipotesi nulla H_0 = indipendenza delle due variabili, ipotesi alternativa H_1 = esiste una dipendenza tra le due variabili).

Il chi-quadro è stato calcolato tramite la formula $\sum [(x_i - \bar{x})^2 / \sigma_i^2]$, ovvero il rapporto tra la sommatoria degli scarti dalla media al quadrato e la deviazione standard al quadrato. Come errore è stata usata la deviazione standard della distribuzione del solo campione occhiali, ipotizzando che non vi sia in quest'ultimo campione alcuna dipendenza legata all'età, mentre l'aumento della deviazione standard per il campione delle lenti a contatto fosse dovuto proprio all'età.

I corrispondenti plot mostrano i risultati per ogni variabile misurata; in ciascun plot si trovano sull'asse delle x le età e sull'asse delle y le unità di misura delle variabili. Analizziamo ora ciascuna variabile.

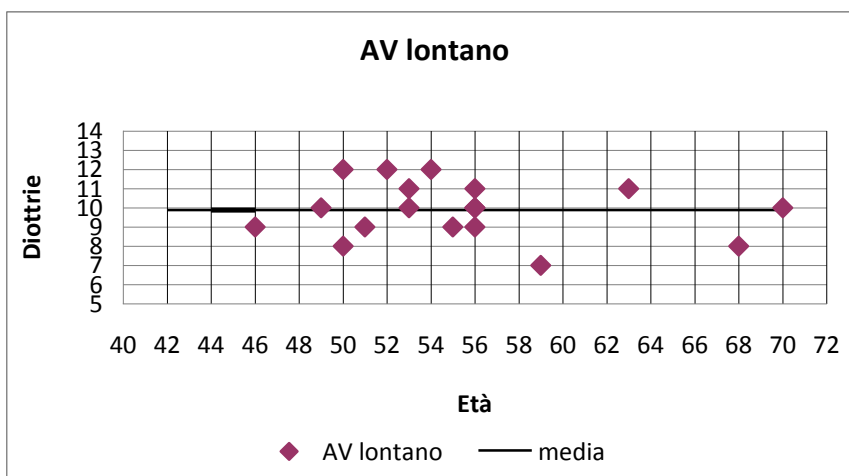


Figura 11 – Rapporto tra AV lontano ed età

Dal plot in figura 11 si evince che non vi è alcuna dipendenza legata all'età, difatti non c'è alcun peggioramento evidente dell'acuità visiva con l'aumentare dell'età; tutti i dati si distribuiscono uniformemente attorno alla media senza alcuna tendenza al peggioramento o al miglioramento in base all'età.

Tale valutazione qualitativa è stata verificata facendo un fit interpolante di non dipendenza.

Il chi quadro per questa variabile risulta $\chi^2 = 20,28$. Questo valore va confrontato con quello dei tabulati secondo il livello di significatività $\alpha_L = 0,05$ (effetto di 2σ) e i 17 gradi di libertà (G.d.L.) $\text{Prob}(20,28 \text{ per } 17 \text{ G.d.L.}) = 26\%$. Essendo $\text{Prob}(\chi^2) > \alpha_L$ accetto l'ipotesi nulla H_0 , ovvero accetto l'ipotesi di indipendenza dei risultati per questa variabile test. (Nota: il test del chi quadro e la corrispondente probabilità sono stati effettuati tramite Excel, il cui programma calcola direttamente il valore di probabilità riportato sopra). Per l'acuità visiva da lontano il test del chi quadro dà una probabilità del 26% per l'ipotesi H_0 , cioè che i risultati siano dovuti al caso, ovvero si può escludere con una sicurezza del 26% che ci sia una dipendenza legata all'età.

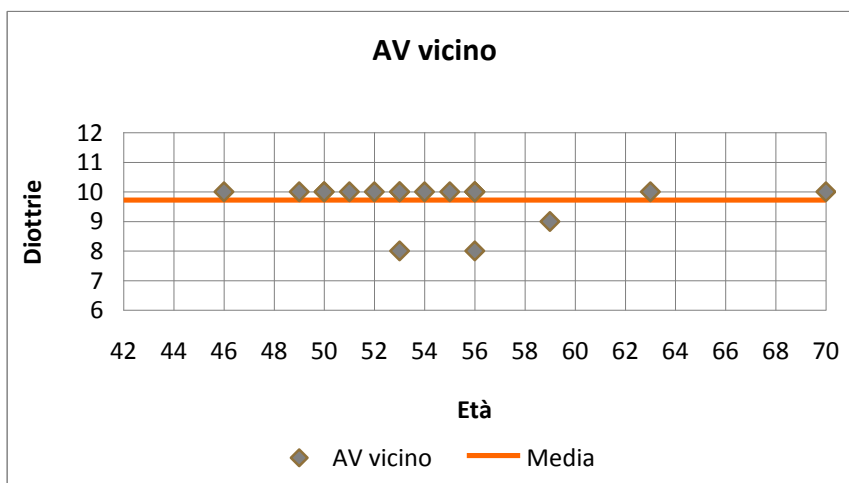


Figura 12 - rapporto tra AV vicino ed età

Anche per il plot riguardante l'acuità visiva da vicino non c'è una particolare tendenza al peggioramento in base all'età, i dati sono distribuiti piuttosto uniformemente attorno alla media e non vi è alcuna dipendenza legata all'età. Ciò è stato verificato con il test del chi quadro, dal quale abbiamo ottenuto $\chi^2 = 21,88$ che per 18 gradi di libertà corrisponde alla probabilità $\text{Prob}(21,88 \text{ per } 18 \text{ G.d.L.}) = 23,7\%$.

Essendo $\text{Prob}(\chi^2) > \alpha_L$ accetto l'ipotesi nulla H_0 , ovvero accetto l'ipotesi di indipendenza dei risultati per questa variabile test. (Nota: il test del chi quadro e la corrispondente probabilità sono stati effettuati tramite Excel, il cui programma calcola direttamente il valore di probabilità riportato sopra). Per l'acuità visiva da lontano il test del chi quadro dà una probabilità del 23,7% per l'ipotesi H_0 , cioè che i risultati siano dovuti al caso, ovvero si può escludere con una sicurezza del 23,7% che ci sia una dipendenza legata all'età.

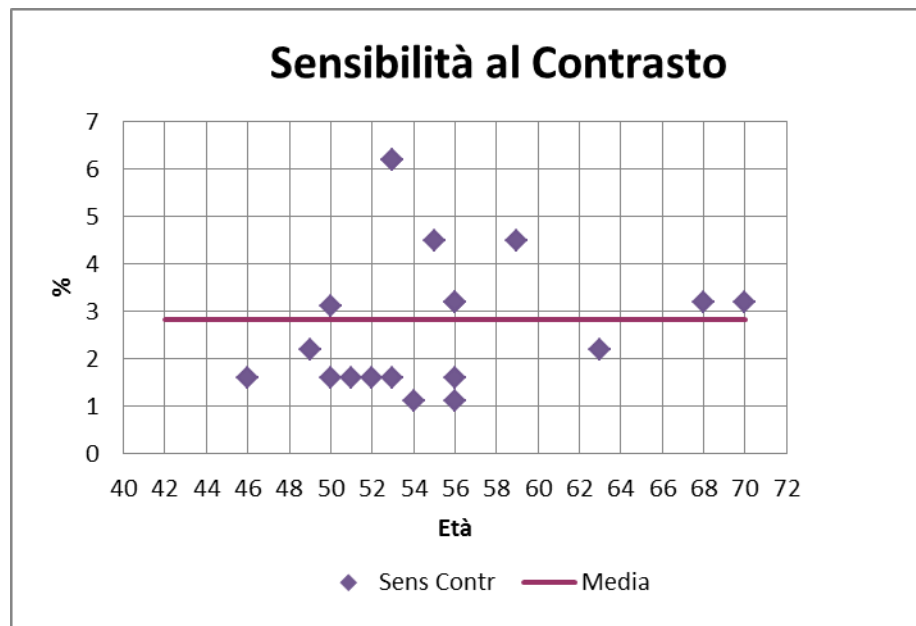


Figura 13 - Rapporto tra Sensibilità al contrasto ed età

Per la sensibilità al contrasto notiamo come i dati siano piuttosto dispersi attorno alla media, tuttavia visivamente non si evidenzia un peggioramento o un miglioramento dei risultati in base all'aumentare dell'età.

È stato effettuato il test del chi quadro anche per i dati riguardanti la sensibilità al contrasto. Si è ottenuto un valore pari a $\chi^2 = 17,48$, la cui probabilità, calcolata per 18 G.d.L. viene confrontato al valore di probabilità corrispondente ad un livello di significatività 0,05, $\text{Prob}(17,48 \text{ per } 18 \text{ G.d.L.}) = 1-49\%$. Ne risulta che $\text{Prob}(\chi^2) < \alpha_L$ per cui posso rifiutare l'ipotesi alternativa e accettare l'ipotesi nulla di indipendenza tra i risultati della sensibilità al contrasto e l'età. In effetti sembra evidente una dipendenza dall'età con una sensibilità attorno al 2% per i soggetti più giovani e una sensibilità attorno al 4% per i soggetti più anziani. Un fit lineare a due parametri, che per motivi di tempo non abbiamo effettuato, darebbe consistenza numerica a questa nostra conclusione.

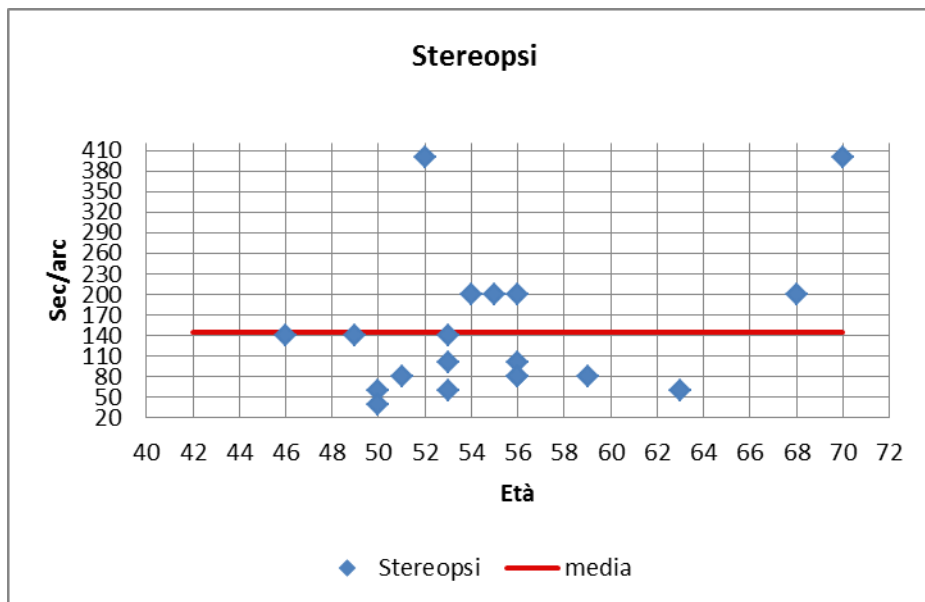


Figura 14 - Rapporto tra Stereopsi ed età

Osservando il plot relativo alla stereopsi si notano due dati molto lontani dalla media, tuttavia essi non sono indice di un peggioramento dovuto all'età dal momento che uno di essi si trova nella parte sinistra del grafico (quella relativa all'età più bassa) e l'altro nella parte destra del grafico (quella relativa all'età maggiore). Il resto dei dati sono ben distribuiti attorno alla media senza alcuna tendenza in base all'età.

Il test del chi quadro ha dato come risultato $\chi^2 = 18,1$, la cui probabilità per 18 gradi di libertà vale $\text{Prob}(18,1 \text{ per } 18 \text{ G.d.L.}) = 45,5\%$. Dal momento che $\text{Prob}(\chi^2) > \alpha_L$ rifiuto l'ipotesi alternativa di dipendenza e accetto l'ipotesi nulla di indipendenza dall'età. Il valore della probabilità del chi quadro, sempre ottenuto con il programma Excel è il valore della probabilità che la differenza tra i valori osservati e quelli attesi, sia dovuto al caso, ovvero la probabilità che l'ipotesi H_0 sia vera. Nel nostro caso dunque la probabilità che l'ipotesi nulla sia vera è del 45,5%.

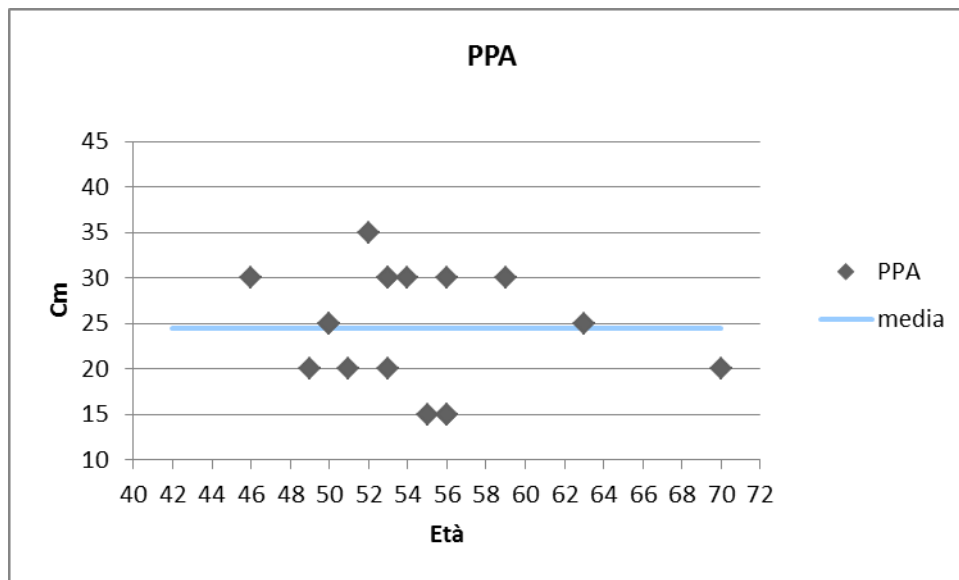


Figura 15 - Rapporto tra PPA ed età

Nel plot con i dati riguardanti il punto prossimo di accomodazione i risultati sono tutti distribuiti attorno alla media e non seguono un andamento crescente o decrescente in relazione all'età.

I risultati ottenuti dal test del chi quadro $\chi^2 = 17,55$ sono stati confrontati con quelli dei tabulati per livello di significatività 0,05 e gradi di libertà 16 $\text{Prob}(17,55 \text{ per } 16) = 41,7\%$, evidenziando che si accetta l'ipotesi nulla di indipendenza dei risultati dal momento che $\text{Prob}(\chi^2) > \alpha_L$. Il valore della probabilità pari a 41,7%, è il valore della probabilità che la differenza tra i valori osservati e quelli attesi, verificato con il test chi-quadro, sia dovuto al caso; è valida l'ipotesi H_0 , perché il valore della probabilità del chi-quadro è maggiore di quello di α_L , e quindi non vi è una dipendenza significativa.

Analisi del questionario soggettivo

Ai soggetti è stato somministrato un questionario soggettivo.

I voti di gradimento assegnati a ciascuna domanda dai soggetti sono stati raccolti in una tabella e rielaborati. A ciascuna domanda è stato assegnato un numero per identificarla più facilmente:

<i>Domanda</i>	<i>Numero</i>	<i>Media</i>	<i>Errore</i>
Inserzione (facilità)	#1	8,84	0,69
Rimozione (facilità)	#2	9,11	0,57
Maneggiamento (facilità)	#3	9,05	0,60
Comfort all'inserzione	#4	9,26	0,47
Comfort a inizio giornata	#5	9,26	0,35
Comfort a fine giornata	#6	8,00	0,63
Lontano	#7	8,32	0,80
Intermedio	#8	8,74	0,59
Vicino	#9	8,32	0,62
Alta illuminazione	#10	8,68	0,64
Bassa illuminazione	#11	7,42	0,73
Guida notturna	#12	6,63	0,60
Guida diurna	#13	8,79	0,65
Riconoscimento dei volti	#14	8,95	0,57
Lavoro al computer	#15	8,74	0,68
Lettura a distanza intermedia	#16	8,89	0,65
Lettura cellulare	#17	8,63	0,63
Lettura giornale	#18	8,16	0,81
Lavoro di precisione da vicino	#19	6,47	0,99

Tabella 8: Risultati del questionario soggettivo

In questa tabella sono rappresentate tutte le domande numerate e la media dei voti assegnati corrispondente a ogni domanda con il relativo errore. Questi dati sono stati a loro volta rappresentati in un grafico.

Nel grafico sono rappresentate le medie dei voti assegnati dai 19 soggetti a ciascuna domanda, con il relativo errore; la media di tutti i voti risulta essere $8,66 \pm 0,60$ ed è stata rappresentata sul grafico con una retta interpolatrice del valore medio.

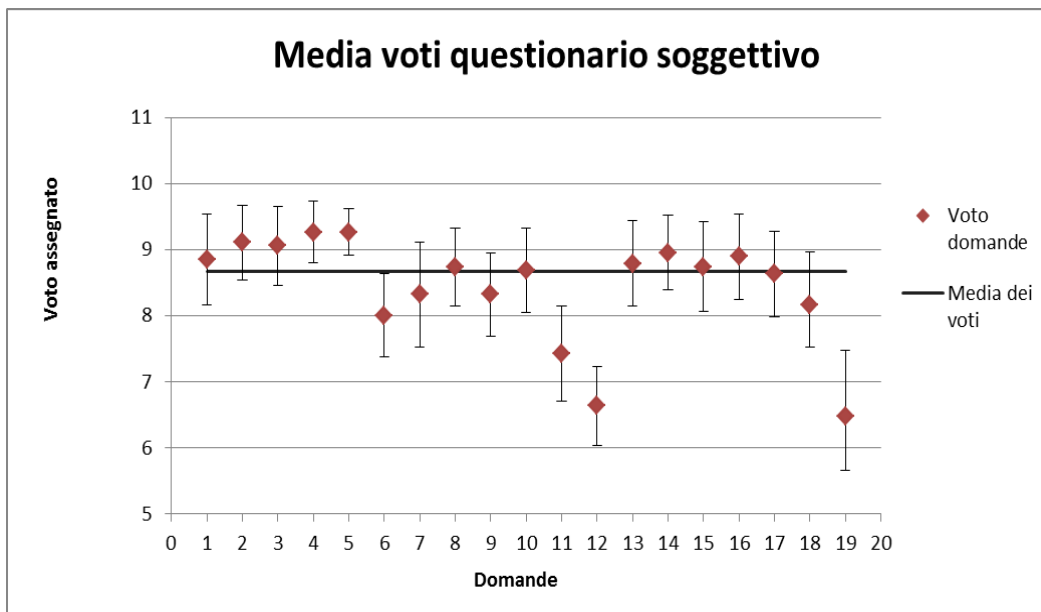


Figura 16 - Rappresentazione grafica della media dei voti assegnati a ciascuna domanda

Per una maggior precisione tecnica della retta di fit il calcolo è stato fatto escludendo i valori delle domande #12 “guida notturna” (media 6,63) e #19 “lavoro di precisione da vicino” (media 6,47). Tali valori sono stati esclusi in quanto considerati outliers (effettuando il test Z essi risultano lontani rispettivamente $2,5 \sigma$ e $2,6 \sigma$ dalla media). I due valori sono stati ugualmente rappresentati nel grafico.

Analizzando il grafico emerge chiaramente come i dati siano tutti ben distribuiti attorno alla media, eccezione fatta, appunto, per le due domande #12 e #19 che, come già visto, si distanziano molto dalla media.

La domanda #11 “bassa illuminazione” non è significativamente lontana dalla media ($\sim 1,50 \sigma$), tuttavia indica una tendenza al basso gradimento per le soluzioni poco illuminate. Questo viene confermato appunto dal basso indice di gradimento ricevuto alla domanda #12 guida notturna.

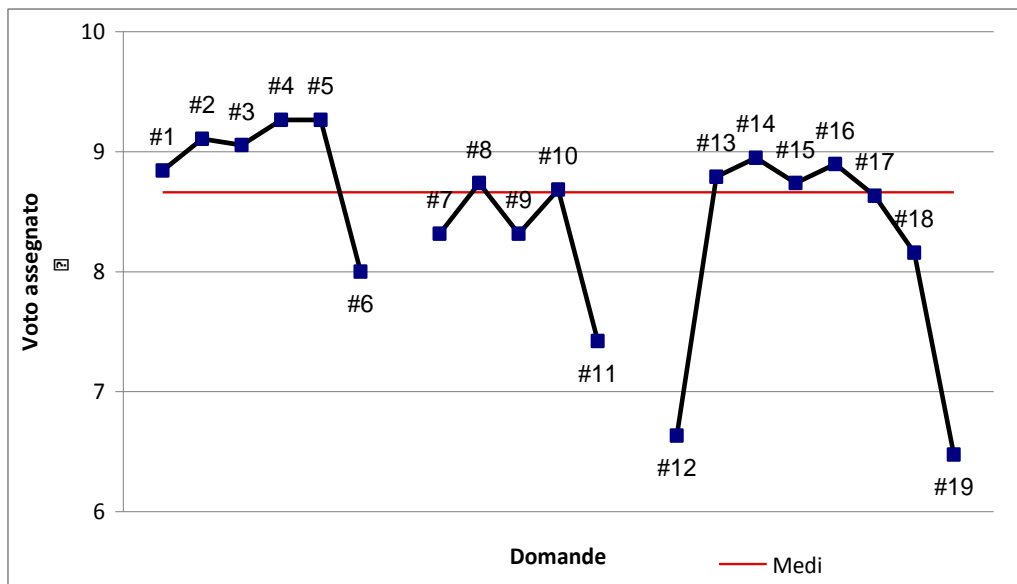


Figura 17 - Andamento dei 3 gruppi di domande

In questo grafico si sono volute separare le domande in 3 gruppi (come sono divise proprio nel questionario sottoposto ai soggetti), in modo da evidenziare eventuali tendenze. I tre gruppi, come nel questionario, si possono riassumere in: 1) soggettivo maneggiamento e comfort delle lenti, 2) performance visive soggettive e 3) requisiti visivi soggettivi.

Per il primo gruppo si può osservare come i voti assegnati siano tutti alti, tranne per la domanda #6 in cui vi è un crollo della soddisfazione personale. La domanda #6 è relativa al comfort a fine giornata, per cui l'allontanamento dalla media di questo valore suggerisce che i soggetti non provino una totale sensazione di comfort a fine giornata. Il valore è comunque ampiamente sopra la sufficienza e non si allontana significativamente dalla media. Per il secondo gruppo, relativo alle performance visive, si può notare come i valori stiano tutti attorno alla media, per poi avere una caduta verso il basso alla domanda #11 (la quale è già stata analizzata sopra). Il terzo gruppo di domande comincia e termina con due valori lontani significativamente dalla media (come già visto sopra), mentre tutte le altre domande sui requisiti visivi soggettivi sono tutte attorno alla media. La media per ogni gruppo di domande è risultata: maneggiamento e comfort delle lenti = $8,92 \pm 0,19$, performance visive = $8,29 \pm 0,24$, requisiti visivi soggettivi = $8,16 \pm 0,36$.

CAPITOLO 4 : DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

Obbiettivo generale dello studio era valutare le performance visive in soggetti presbiteri già portatori di lenti a contatto multifocali e compararle con le loro performance con gli occhiali corrispondenti. Inoltre, si è voluto comparare il risultato oggettivo delle performance visive con il parere e gradimento dei soggetti valutato tramite un questionario soggettivo di gradimento.

È stata evidenziata una differenza tra AV da lontano con occhiali e AV da lontano con lenti a contatto multifocali, a favore della visione con gli occhiali. Tuttavia tale differenza non è risultata statisticamente significativa quindi non possiamo escludere che tale differenza sia dovuta al caso e le due condizioni di visione siano in realtà equivalenti.

Analizzando le due distribuzioni riguardanti l'AV da vicino è emerso come esse siano simili, infatti non c'è significatività del fatto che siano diverse. In questo caso dunque possiamo dire che per l'AV da vicino le modalità di visione con occhiali o con lenti a contatto multifocali si equivalgono. Questo sottolinea che, per il presbite, indossare un occhiale o una lente a contatto multifocale per correggere il proprio difetto visivo da vicino è la stessa cosa.

Per quanto riguarda altri aspetti della visione, come sensibilità al contrasto e stereopsi, si nota un peggioramento delle condizioni quando la prova viene svolta con le lenti a contatto multifocali. Infatti, sia la sensibilità al contrasto che la stereopsi hanno un calo significativo quando il test viene svolto con le lenti a contatto rispetto a quando viene svolto con il soggetto che indossa gli occhiali. Dunque in termini di qualità visiva si può dire che gli occhi dei soggetti lavorano meglio quando il soggetto indossa gli occhiali rispetto a quando indossa le lenti a contatto multifocali.

L'analisi dei dati riguardanti il PPA fa emergere che le due modalità di correzione hanno dato risultati molto simili e quindi il PPA con gli occhiali si equipara a quello con le lenti a contatto multifocali. Questo rafforza il concetto espresso prima ovvero che i presbiteri corretti con occhiali o con lenti a contatto hanno le stesse performance visive da vicino, sia in termini di acuità visiva che punto prossimo di accomodazione.

Dal momento che non è stata trovata alcuna dipendenza tra i risultati ottenuti e l'aumento dell'età possiamo sostenere che non vi è un peggioramento delle

performances visive analizzate con l'avanzare dell'età.

Il questionario soggettivo compilato dai pazienti e la sua analisi ci fanno capire che i soggetti si ritengono complessivamente molto soddisfatti delle loro lenti a contatto multifocali. In particolare trovano facile il maneggiamento e molto buono il comfort delle lenti sia all'inserzione che a inizio giornata, c'è un piccolo fastidio rilevato per quanto riguarda il comfort a fine giornata. Questo fastidio può essere dovuto alla diminuzione di lacrima che avviene fisiologicamente con l'aumentare dell'età.

Il grado di soddisfazione relativo alle performance visive con le lenti a contatto multifocali è molto alto, il che significa che i soggetti sono molto soddisfatti di come vedono con le lenti a contatto da lontano, intermedio, vicino e con l'alta illuminazione, il tasso di gradimento cala leggermente solo quando il soggetto è in condizioni di bassa illuminazione.

I soggetti si ritengono molto soddisfatti della loro visione in situazioni quotidiane come la guida diurna, il riconoscimento dei volti, il lavoro al computer, la lettura a distanza intermedia, la lettura del cellulare e del giornale. Hanno invece espresso una certa difficoltà di visione alla guida notturna e per il lavoro di precisione da vicino.

Dunque, a parte un paio di situazioni rilevate come difficoltose, ma comunque sufficienti, i pazienti sono molto soddisfatti delle loro performance visive con lenti a contatto multifocali.

Oggettivamente parlando si sono osservate delle differenze tra la visione con gli occhiali e la visione con le lenti a contatto multifocali, a favore della visione con gli occhiali che ottiene risultati migliori in termini di performance visive come sensibilità al contrasto e stereopsi.

Tuttavia, le lenti a contatto multifocali sono paragonabili agli occhiali per quanto riguarda l'acuità visiva da lontano, da vicino e il PPA, per cui per un soggetto presbite è equivalente compensare i propri difetti visivi con gli occhiali o con le lenti a contatto multifocali.

Inoltre, i portatori abituali di lenti a contatto multifocali sono pienamente soddisfatti delle loro performance visive con le lenti a contatto (come confermato dal questionario soggettivo di gradimento e soddisfazione).

La spiegazione di tale soddisfazione è sicuramente da ricercare nella motivazione

del soggetto a portare le lenti a contatto, che essa sia per motivi estetici, di lavoro o di comodità. Con gli occhiali progressivi il soggetto deve abituarsi ad effettuare dei movimenti con testa e collo in modo da spostare lo sguardo attraverso la parte delle lenti oftalmiche deputate alla zona di visione richiesta; ovvero, il soggetto deve alzare la testa verso l'alto e guardare con gli occhi verso il basso per trovare la zona delle lenti con l'addizione per il vicino. Con le lenti a contatto multifocali tutti questi problemi non sussistono dal momento che la lente segue gli spostamenti dell'occhio dunque non sono necessari i movimenti di testa e collo per riuscire a vedere, il che è sicuramente un grande vantaggio offerto dalle lenti a contatto multifocali.

Avendo la possibilità di analizzare più approfonditamente ogni soggetto in merito a lavoro, attività e tipologie di visione richiesta nella vita di tutti i giorni, si apprezzerrebbe come ogni soggetto, avendo richieste visive diverse, può essere soddisfatto in modi diversi in base alla sua personale situazione. Quindi il grado di soddisfazione soggettiva non corrisponde esattamente a condizioni di visione perfette per ogni condizione, tuttavia corrisponde alla miglior situazione di visione ottenibile con le lenti a contatto multifocali, considerando le esigenze giornaliere del soggetto.

Dunque con un'accurata anamnesi al soggetto, futuro portatore di lenti a contatto multifocali, dopo aver capito i propri requisiti principali, si può ricercare la modalità di correzione più adatta che lo possa soddisfare maggiormente.

In questi termini, come dimostra questo studio, le lenti a contatto multifocali possono essere dei validi sostituti agli occhiali progressivi.

APPENDICE A : PROTOCOLLO DI STUDIO

Tutti i dati sono stati raccolti presso lo studio ottico-optometrico "Ottica Dalla Mura di Dalla Mura Albano", sita a San Bonifacio (VR).

Tutti i test sono stati effettuati prima con le lenti a contatto multifocali e poi di nuovo con l'occhiale. Sia le lenti a contatto multifocali che gli occhiali usati su ogni soggetto erano i loro personali, ovvero quelli usati e indossati quotidianamente abitualmente.

Acuità visiva da lontano

Strumentazione: ottotipo proiettato su schermo di proiezione VIS|US, Survey vision, OA Group Company

Mira: lettere di Snellen da 0,5/10 a 16/10

Distanza: 6 metri

Illuminazione: ambientale

Posizione test: seduta su poltrona del riunito

Modalità: binoculare

Procedimento: il soggetto legge le mire fino all'AV massima in condizione binoculare. La riga di AV corrispondente sarà segnata quando il soggetto avrà letto più del 50% delle lettere, in caso contrario si registrerà l'AV corrispondente alla riga precedente.

Acuità visiva da vicino

Strumentazione: ottotipo da vicino "Taylor vision" con test per vicino e esempi di lettura

Mira: testo scritto da 1/10 a 10/10

Distanza: 40 cm

Illuminazione: ambientale + faretto

Posizione: seduta sulla poltrona del riunito

Modalità: binoculare

Procedimento: il soggetto legge il testo ad alta voce fino alla riga di testo più piccola che riesce a riconoscere. La riga di AV corrispondente sarà segnata quando

il soggetto avrà letto più del 50% del testo senza incertezze, in caso contrario si registrerà l'AV corrispondente alla riga di testo precedente.

Sensibilità al contrasto

Strumentazione: test di sensibilità al contrasto proiettato su schermo di proiezione VIS|US, Survey vision, OA Group

Mira: mire non accomodative (valore di AV costante a 1,25/10) scure su sfondo chiaro, il contrasto decresce ad una progressione logaritmica di 0,15 e i valori dei risultati sono espressi in contrasto percentuale

Distanza: 6 metri

Illuminazione: ambientale

Posizione: seduta sulla poltrona del riunito

Modalità: binoculare

Procedimento: il soggetto legge ad alta voce le lettere fino al contrasto più basso a cui riesce ad arrivare. La riga di contrasto percentuale sarà segnata quando il soggetto avrà letto più del 50% delle lettere, in caso contrario si segnerà la riga di contrasto percentuale precedente.

Stereopsi

Strumentazione: "Stereo test" della Stereo Optical CO., INC e occhiali polarizzati

Mira: Mosca, animali e cerchi

Distanza: 40 cm

Illuminazione: ambientale + faretto

Posizione: seduta sulla poltrona del riunito

Modalità: con gli occhiali polarizzati indossati (sopra agli occhiali normalmente in uso per il test eseguito con gli occhiali).

Procedimento: l'esaminatore chiede al soggetto in primis di provare a prendere le ali della mosca. Se il soggetto pizzica le dita circa 5/10cm sopra l'immagine della mosca allora si procede con il chiede quali animali vede in risalto (in 3D) e delle nove figure con i cerchi quale vede in risalto. Ci si ferma quando non vede più alcun cerchio in risalto. Si osserva la tabella dei risultati e si segna fin dove è riuscito ad arrivare il soggetto.

Punto prossimo di accomodazione

Strumentazione: matita con mire morfoscopiche

Mira: lettere di AV minima vicina a quella percepita dal soggetto

Distanza: da circa 70 cm fino a quando il soggetto vede sfocato

Illuminazione: ambientale + faretto

Posizione: seduta sulla poltrona del riunito

Modalità: binoculare

Procedimento: la mira è stata avvicinata al soggetto partendo da circa 70 cm di distanza 20/30° sotto la linea primaria di sguardo, fino ad arrivare ad altezza degli occhi, chiedendo al soggetto di riferire il momento in cui il brano iniziava ad annebbiarsi.

APPENDICE B: SCHEDE UTILIZZATE PER LA RACCOLTA DATI

Università degli studi di Padova
Corso di laurea in Ottica e Optometria
Tesi di Laurea di Lazzari Chiara



data _____

Esami oggettivi

TEST	Abituale	Lac multifocali
AV lontano (bino)		
AV vicino (bino)		
Sensibilità al contrasto		
Stereopsi		
PPA		

NOTE: _____

Scheda 1: Scheda usata per la raccolta dei dati oggettivi



data _____

QUESTIONARIO PER I PORTATORI DI LAC MULTIFOCALI

Assegnare un punteggio per ogni condizione proposta. La scala va da 1 a 10 dove il punteggio 10 rappresenta le migliori condizioni / il miglior grado di soddisfazione e il punteggio 1 le peggiori condizioni / minor grado di soddisfazione).

Soggettivo maneggiamento e comfort delle lenti

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inserzione (facilità)										
Rimozione (facilità)										
Maneggiamento (facilità)										
Comfort all'inserzione										
Comfort a inizio giornata										
Comfort a fine giornata										

Performance visive soggettive (grado di soddisfazione)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lontano										
Intermedio										
Vicino										
Alta illuminazione										
Bassa illuminazione										

Requisiti soggettivi (grado di soddisfazione)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Guida notturna										
Guida diurna										
Riconoscimento dei volti										
Lavoro al computer										
Lettura a distanza intermedia										
Lettura cellulare										
Lettura giornale										
Lavoro di precisione da vicino										

Scheda 2: Questionario soggettivo compilato da ciascun soggetto

APPENDICE C: TABELLE CON I RISULTATI

Acuità visiva da lontano		
Soggetto	Occhiali	Lac
1	11	9
2	12	11
3	12	12
4	10	9
5	11	10
6	12	12
7	11	9
8	11	11
9	12	12
10	10	10
11	10	8
12	7	10
13	10	9
14	10	10
15	10	8
16	9	7
17	10	10
18	9	4
19	10	11

Tabella 9: Risultati ottenuti AV lontano

Acuità visiva da vicino		
Soggetto	Occhiale	Lac
1	10	8
2	10	10
3	10	10
4	10	10
5	10	10
6	10	10
7	10	10
8	10	8
9	10	10
10	10	10
11	10	10
12	10	10
13	10	10
14	9	10
15	10	10
16	10	9
17	10	10
18	10	6
19	8	10

Tabella 10: Risultati ottenuti AV vicino

Sensibilità al contrasto		
Soggetto	Occhiale	Lac
1	1,1	1,1
2	0,8	1,6
3	1,1	1,6
4	1,1	1,6
5	1,1	2,2
6	1,1	1,1
7	0,8	1,6
8	1,1	1,6
9	0,8	1,6
10	3,2	6,3
11	1,6	6,3
12	3,2	3,2
13	1,6	4,5
14	1,6	3,2
15	3,2	3,2
16	2,2	4,5
17	2,2	3,2
18	3,2	3,2
19	1,6	2,2

*Tabella 11: Risultati ottenuti
sensibilità al contrasto*

Stereopsi		
Soggetto	Occhiale	Lac
1	140	200
2	40	80
3	60	400
4	140	140
5	60	140
6	80	200
7	60	80
8	80	140
9	40	40
10	100	100
11	50	60
12	200	400
13	200	200
14	80	100
15	60	60
16	80	80
17	80	80
18	80	200
19	80	60

*Tabella 12: Risultati ottenuti
Stereopsi*

Punto prossimo di accomodazione

Soggetto	Occhiale	Lac
1	15	15
2	15	15
3	30	35
4	30	30
5	20	20
6	30	30
7	15	20
8	25	30
9	30	25
10	25	20
11	25	30
12	15	20
13	15	15
14	25	30
15	35	25
16	50	30
17	30	40
18	35	40
19	25	25

Tabella 13: Risultati ottenuti PPA

Domande:	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18	#19
soggetto 1	10	10	10	10	10	8	9	10	10	6	7	4	10	10	8	6	7	3	1
soggetto 2	10	10	10	10	10	9	10	10	9	10	10	8	10	10	10	10	10	10	9
soggetto 3	5	8	8	10	10	10	10	10	7	9	7	8	10	10	8	10	8	8	7
soggetto 4	10	10	10	10	8	5	4	6	10	8	5	5	5	5	10	10	10	10	10
soggetto 5	10	10	10	10	10	8	10	10	9	10	8	7	10	10	10	10	10	10	9
soggetto 6	7	7	7	10	10	10	10	10	8	10	9	8	10	10	10	10	10	9	8
soggetto 7	10	10	10	10	8	7	8	10	10	10	8	7	10	10	10	10	10	10	9
soggetto 8	10	10	10	10	9	8	10	9	7	10	6	6	8	10	10	10	9	8	7
soggetto 9	7	10	7	9	9	7	10	9	7	10	10	4	10	10	10	10	10	10	4
soggetto 10	10	10	10	10	10	10	9	10	8	9	9	5	10	9	10	10	10	10	8
soggetto 11	8	5	8	5	7	3	2	5	8	5	6	7	8	5	7	8	8	6	7
soggetto 12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	9	9	7
soggetto 13	9	9	9	9	9	8	9	9	7	7	7	7	8	8	8	8	7	7	7
soggetto 14	5	7	5	9	9	9	8	8	6	6	3	8	8	8	6	8	6	6	3
soggetto 15	10	10	10	9	9	7	6	7	9	9	7	5	8	8	8	8	8	7	6
soggetto 16	9	8	10	10	9	8	7	8	9	9	8	6	6	9	9	9	9	9	7
soggetto 17	8	9	8	7	9	9	9	8	9	10	8	8	9	9	6	6	7	7	5
soggetto 18	10	10	10	8	10	9	8	8	5	8	5	8	7	9	6	6	6	6	1
soggetto 19	10	10	10	10	10	7	9	9	10	9	8	7	10	10	10	10	10	10	8

Tabella 14: Risultati del questionario soggettivo

BIOGRAFIA

Premessa:

- A. www.thevisioncareinstitute.it, J&J medical holding
- B. www.istat.it, potenziale presbinti stima ISTAT
- C. Sahan D., “La vita inizia con la presbiopia”, Lac, 2009, vol. XI, n°3.

Studio:

1. Rossetti A., Gheller P., “Manuale di optometria e contattologia”, seconda edizione, 2003, Zanichelli, pag. 36
2. Helmholtz H.V., “Treatise on Physiological optics”, da www.poseidon.sunyopt.edu/BackusLac/Helmoltz
3. Rossetti A., Gheller P., “Manuale di optometria e contattologia”, seconda edizione, 2003, Zanichelli, pag 36
4. Kleinstein R.N., “Epidemiology of presbyopia”
5. Bucci M.G., “Oftalmologia” Società editrice universo, 10° edizione, 1993
6. Sala F., “La presbiopia e la sua compensazione con lenti oftalmiche”, Professional Optometry, Dossier Oftalmologia, Gennaio 2010
7. Eskridge J.B., Amos J.F., Barlette J.D., “Clinical Procedures in Optometry”, Lippincott Williams, 1991
8. Nathan Efron, “Contact lens practice”, Chapter 25, Elsevier Health Sciences, 2010.
9. Bennett E.S. and Jurkus J.M., “Presbyopic correction” in “Clinical contact lens practice” 2005, Lippincott Williams.
10. Douthwaite W.A., “Contact lens optics and lens design”, 3rd edition, Elsevier Butterworth Heinemann, 2006.
11. Johansdottir K.R, Stelmach L.B. “Monovision: a review of the scientific literature”, Optom. Vis. Sci. 78, 646-651, (2001).
12. Sahan D., “La vita inizia con la presbiopia”, Lac, 2009, vol. XI, n°3.
13. Borish I.M., Benjamin, “Physiology of aging and its influence on the contact lens prescription” J. Am. Optom. Assoc. 62, 743-752 (1991).
14. Sheedy J.E., “Duane’s ophthalmology” chapter 44, prescribing multifocal lenses, Lippincott Williams, 2006
15. Bennett E.S., Weissmann B.A., “Contact lens practice”, 2004, Lippincott Williams.
16. Phillips A.J., Speedwell L., "Contact lenses", Chapter 14, pag 311-331,

Elsevier Butterworth Heinemann, V edition, 2007.

17. Bennett E.S., Rajagopalan A.S., Lakshminarayanan V., “Visual performance of subjects wearing presbyopic contact lens”, *Optom. Vis. Sci.* 83, 611-615 (2006).
18. Gupta N., Naroo S.A., Wolffsohn J.S., “Visual comparison of multifocal contact lens to monovision” *Optom.Vis. Sci.* Vol 86 n°2 pag E98-E105 (2009)
19. Erikson P., Schor C., “Visual function with presbyopic contact lens correction” *Optom.Vis.Sci.* vol 67 n°1 pag 22-28 (1990)
20. Rossetti A., Gheller P., “Manuale di optometria e contattologia”, seconda edizione, 2003, Zanichelli, pag. 156-157
21. Soni P.S., Patel R., Carlson R.S., “Is binocular contrast sensitivity at distance compromised with multifocal soft contact lens used to correct presbyopia?” *Optom.Vis.Sci.* vol 80 n°7 pag 505-514 (2003)
22. Gray O.P., “Changes in contrast sensitivity during the first hour of soft lens wear” *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* Vol 63 pag 702-707 (1986).
23. Canova C.; Dispense corso Epidemiologia e biostatistica; Università degli Studi di Padova – CdL in Ottica e Optometria; A.A. 2012/2013.

Illustrazioni:

1. T. J. Kim, “Presbyopia and contact lenses” *J. Korean Med. Assoc.* 2013 Apr., 58(4) 303-309
2. www.cartercl.com
3. Sahan D., “La vita inizia con la presbiopia”, *Lac*, 2009, vol. XI, n°3.
4. T. J. Kim, “Presbyopia and contact lenses” *J. Korean Med. Assoc.* 2013 Apr., 58(4) 303-309

Tabelle:

1. e 2. Bennett E.S. and Jurkus J.M., “Presbyopic correction” in “Clinical contact lens practice” 2005, Lippincott Williams

