

Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Area Didattica di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Dipartimento di Fisica “Ettore Pancini”



Laurea triennale in Ottica e Optometria

“Lo sviluppo del sistema visivo dalla nascita all’età adulta”

Relatori:

Prof. Paolo Carelli

Candidato:

Fabiana Di Lauro
Matricola M44000525

A.A. 2019/2020

*Ai miei genitori,
la luce dei miei occhi..*

Indice

Introduzione

Capitolo 1

1.1 La struttura oculare.....	pag.7
1.2 Il processo della formazione dell'immagine.....	pag.10
1.3 Collegamento retina-cervello.....	pag.12

Capitolo 2

2.1 La visione nei neonati.....	pag. 15
2.2 Lo sviluppo visivo nei primi anni di vita.....	pag. 17
2.3 Il processo visivo nell'età adolescenziale.....	pag. 22
2.4 La visione in età adulta.....	pag. 25

Capitolo 3

3.1 La presbiopia.....	pag. 30
3.2 Le possibili soluzioni alla presbiopia.....	pag. 36

Conclusione

Bibliografia

Sitografia

Introduzione

La visione è un processo dell'organismo che permette di ricevere informazioni dall'ambiente circostante.

Tale processo, però, non nasce già sviluppato ma, come tutte le altre strutture del nostro corpo, esegue una graduale maturazione la quale avviene già durante la via intrauterina e si completa verso i primi dieci anni di vita.

Alla nascita il bambino riuscirà solo a percepire i forti contrasti ma con il passare dei primi mesi di vita sarà capace di avere controllo dei muscoli oculari e quindi muoverli in modo coordinato, di distinguere le dimensioni, le forme e le distanze degli oggetti osservati e di acquisire il senso della profondità di campo.

Dopo aver completato il processo di maturazione nei primi anni di vita, però, anche gli occhi risentono dello scorrere e degli effetti del tempo. Una condizione fisiologica legata all'avanzare dell'età è la presbiopia che insorge dopo i 40 anni circa. Questa condizione interessa il cristallino, il quale perde la sua elasticità e quindi ne consegue una difficoltà nella visione prossimale.

La correzione del presbite consiste in una lente positiva, la quale conferisce quel potere in più che manca all'occhio affinché l'oggetto osservato in visione prossimale risulti nitido sulla retina. L'aggiunta di potere dipende dall'età del soggetto e da un eventuale difetto visivo già presente.

Il mio elaborato vuole brevemente ma esaustivamente esporre alcune teorie circa la compensazione ed attività optometrica inserendole nella esplicazione dello sviluppo visivo.

Capitolo 1

1.1 La struttura oculare

Il globo oculare ha forma quasi sferica, è posizionato nella cavità orbitaria ed ha un diametro di circa 23 millimetri.

“Alla nascita presenta, ovviamente, delle misure notevolmente ridotte che possono andare dai 15 ai 17 millimetri e la sua crescita avviene rapidamente nella prima infanzia.

La lunghezza massima è quasi raggiunta intorno ai 10-13 anni, quando avviene un veloce accrescimento nell’età puberale.

Successivamente avviene un lento accrescimento che molti autori fermano intorno ai 22-24 anni per i maschi e intorno ai 20-22 anni per le femmine, in concomitanza alla fine dell’accrescimento corporeo”.² (Aldo Buoni).

Il globo oculare è composto da una successione di tre membrane: La membrana fibrosa, quella più esterna che comprende sclera e cornea; La membrana vascolare che comprende iride, corpo ciliare e coroide ed infine la membrana nervosa situata più internamente e che comprende la retina e le vie ottiche.

La cornea è una membrana trasparente, non vascolarizzata per questo trae nutrimento dai tessuti circostanti, è composta da cinque strati che andando dall’esterno verso quello più interno sono: l’epitelio, la membrana di Bowman, lo stroma, la membrana di Descemet e l’endotelio. Questa ha un potere di circa 42 D e la variazione della sua forma può essere causa di difetti refrattivi.

La sclera è la membrana fibrosa di colore bianco, composta da due strati: l’episclera, ricca di tessuto connettivo e vasi sanguigni e lo strato interno della sclera formata da tessuto connettivo lasso. La sua funzione è quella di proteggere le strutture all’interno dell’occhio, in più consente l’inserzione dei muscoli estrinseci.

L’iride è il diaframma dell’occhio che appare come un disco forato al centro. Lo spessore del foro varia a seconda della luce che arriva sull’occhio: si dilata in condizioni di bassa

²Buoni A. “L’occhio e la visione” p45. Optikon

illuminazione ad opera del muscolo dilatatore della pupilla (midriasi) e si restringe se l'illuminazione è alta grazie al muscolo sfintere della pupilla (miosi).

Il corpo ciliare, situato tra l'iride e la coroide, è la struttura della tunica vascolare deputata alla produzione di umore acqueo e al controllo dell'accomodazione grazie al muscolo ciliare. Il corpo ciliare è ancorato al cristallino attraverso la zonula di Zinn.

La coroide è la struttura più interna della tunica vascolare, a contatto con la sclera e la retina. E' una struttura ricca di pigmenti e vascolarizzazioni tanto da nutrire e fornire ossigeno agli strati più esterni della retina.

La retina è la membrana più interna del globo oculare, composta da diversi strati: l'epitelio pigmentato, fotorecettori, cellule orizzontali, cellule bipolari, cellule amacrine, cellule gangliari i quali assoni si uniscono per formare il nervo ottico.

L'epitelio pigmentato è la sottile membrana più esterna della retina, composta da cellule poliedriche che contengono la melanina, la quale assorbe la luce che arriva sulla retina e impedisce la riflessione all'indietro.

I fotorecettori sono i recettori della retina e comprendono i coni e i bastoncelli. I primi responsabili della visione fotopica e dei colori, la loro concentrazione è presente su tutta la retina ma è massima nella zona centrale detta fovea, i secondi responsabili della visione scotopica, assenti nella fovea ma con densità elevata attorno ad essa.

Le cellule orizzontali creano sinapsi tra i fotorecettori e le cellule bipolari, le quali possono connettersi, a loro volta, direttamente alle cellule gangliari o attraverso le cellule amacrine. Le cellule gangliari, quindi, sono le cellule più interne alla retina che trasmettono l'impulso al cervello grazie agli assoni che si uniscono nel formare il nervo ottico a livello della papilla ottica.

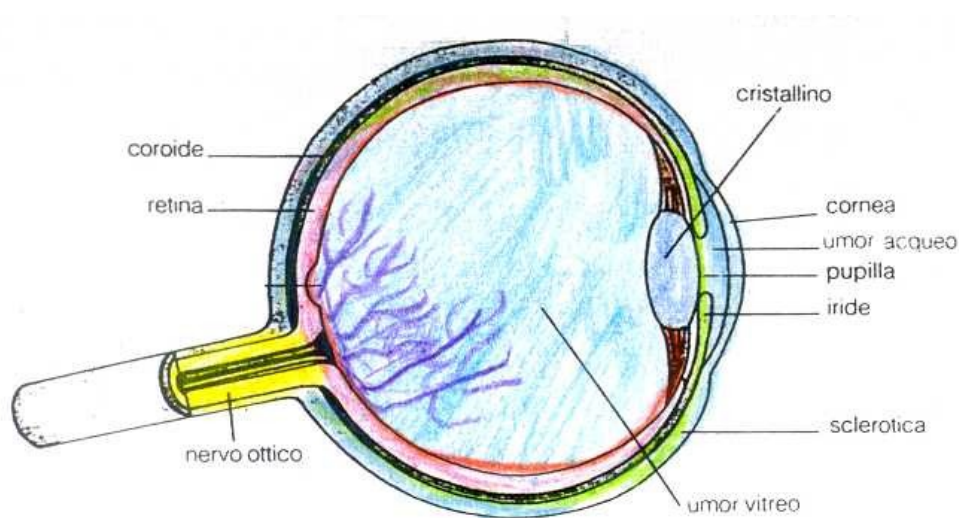
La papilla ottica è anche chiamata comunemente "punto cieco" perché privo di fotorecettori.

Altre strutture oculari di fondamentale importanza sono: l'umore acqueo, il cristallino ed il corpo vitreo.

L'umore acqueo funge da secondo mezzo rifrangente quando la luce arriva sull'occhio. Questo è un liquido incolore che ha la funzione di nutrire la cornea ed il cristallino tra i quali si trova, contribuisce a mantenere la pressione intraoculare.

Il cristallino è il terzo mezzo diottrico che attraversa la luce, si tratta di una lente biconvessa, elastica e trasparente situata tra l'iride ed il corpo vitreo. La sua forma varia a seconda della distanza a cui si trova l'oggetto osservato: nella visione da lontano è in condizione di riposo, in visione prossimale, invece, si ispessisce aumentando il potere diottrico.

L'umor vitreo è una gelatina trasparente situata tra il cristallino e la retina. Le sue funzioni sono varie: nutre il cristallino ed altre strutture, partecipa alla costruzione del sistema diottrico oculare, sostiene il globo oculare per il mantenimento della sua forma.³



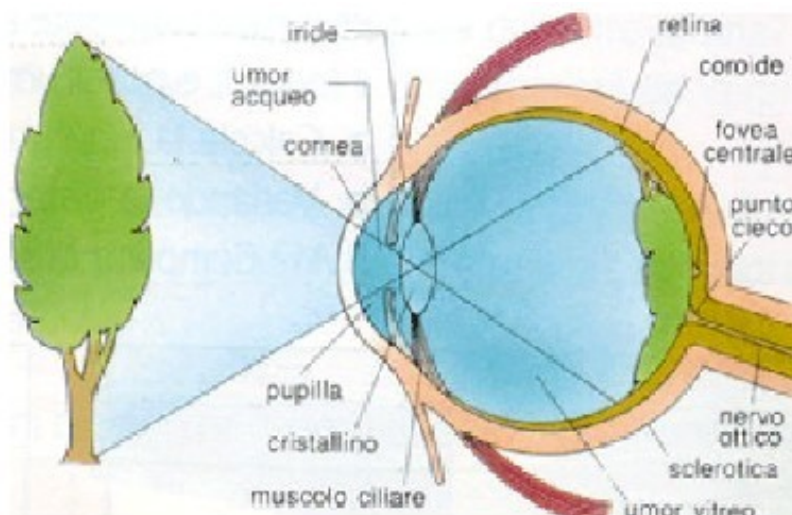
³ Dispense corso optometria. Carelli unina

1.2 Il processo della formazione dell'immagine

“Se non c'è luce non puoi vedere. Per quanto possa sembrare ovvio, rappresenta la prima condizione essenziale nel processo che trasforma la luce in immagini.

Gli occhi hanno bisogno di luce per alimentare il centro visivo nel cervello con le informazioni necessarie che poi, in una frazione di secondo, vengono composte nell'immagine di un albero, di un gatto o di un tramonto. Si tratta quindi di un processo complesso, nel quale gli stimoli luminosi rappresentano le fondamenta.”⁴

Il sistema ottico o refrattivo dell'occhio è composto da diverse strutture aventi superfici di forma e caratteristiche differenti: film lacrimale, cornea, umore acqueo, cristallino e corpo vitreo. Queste strutture sono finalizzate al proiettare sul piano retinico un'immagine reale, capovolta e con i lati invertiti.



⁴ <https://www.fielmann.it/it/informazioni-general/funzionamento-dell-occhio/>

Complessivamente il sistema diottrico oculare ha un potere positivo di circa 60 D di cui 42D attribuibili alla cornea e 18 D al cristallino.

Nel soggetto detto emmetrope il fuoco del sistema oculare è sulla retina, più precisamente si considera la fovea: zona di massima acuità visiva. Se il sistema diottrico oculare non forma l'immagine sulla retina allora il soggetto è detto ametropo.

All'emmetropia, però, non corrisponde una lunghezza fissa del bulbo, o un indice di rifrazione ideale, oppure una curvatura standard delle superfici, ma un perfetto equilibrio tra di essi in modo tale che il potere diottrico complessivo del diottero oculare permetta la messa a fuoco sulla retina.⁵

Ciò che avviene è che una piccola parte dello spettro elettromagnetico (la luce visibile) arriva sull'occhio, vi entra attraverso la pupilla, subisce una serie di rifrazioni attraverso i diversi mezzi diottrici ed è messa a fuoco sulla retina dalla cornea ed il cristallino.

Una volta che la luce arriva sulla retina i 125 milioni di fotorecettori sono stimolati dalla luce e reagiscono generando dei potenziali elettrici in risposta a reazioni fotochimiche.⁶

Tali impulsi, poi, vengono inviati, grazie a sinapsi, ad altre cellule retiniche connesse tra di loro: cellule orizzontali, bipolari, amacrine e ganglionari, le quali effettuano una prima elaborazione del sistema visivo. Gli assoni delle cellule ganglionari, a livello della papilla ottica, si riuniscono per formare il nervo ottico, il cui compito è quello di trasportare l'informazione ai centri superiori.⁷

⁵ Rossetti A; Gheller P. "Manuale di optometria e contattologia" pp5,Zanichelli editore,2003

⁶ <https://www.amedeolucente.it/meccanismo-della-visione.html>

⁷ <http://server1.fisica.unige.it/~tuccio/SSIS/visione.html>

1.3 Collegamento retina-cervello

I nervi ottici dei due occhi escono dalla retina attraverso i forami ottici e si incrociano formando il chiasma ottico, dopodiché la struttura prende il nome di tratto ottico fino a connettersi con il corpo genicolato laterale.

I fasci nervosi si dirigono verso gli emisferi, ad ogni emisfero cerebrale corrisponde una corteccia visiva. In particolare ciò che avviene è che le immagini interpretate dall'emisfero sinistro provengono dall'occhio destro e quelle elaborate dall'emisfero destro arrivano dall'occhio sinistro.

Inoltre, la corteccia visiva è divisa in primaria e secondaria:

- la corteccia visiva primaria riconosce la posizione degli oggetti nello spazio, i colori, la luminosità e la forma.

- la corteccia visiva secondaria analizza i dettagli, le sfumature dei colori e la tridimensionalità degli oggetti osservati.⁸

Il processo della visione non è altro che una collaborazione tra occhio e cervello. Al primo spetta il compito di trasformare lo stimolo luminoso in una sequenza di segnali elettrici con caratteristiche specifiche, al secondo spetta il compito di comprendere, elaborare e formare un'unica immagine proveniente dai due occhi a livello della corteccia visiva occipitale .

“Nell'uomo gli occhi collaborano in modo quasi assoluto: dalle due immagini la psiche ne ricava una singola” (A. Rossetti, P. Gheller), per questo si parla di binocularità.

Affinché si verifichi l'unione di due immagini in una singola, però, ci devono essere dei presupposti: entrambi gli occhi devono osservare la stessa area dello spazio; non deve esserci deviazione degli assi visivi; le immagini osservate devono essere simili in grandezza, forma, nitidezza e luminosità, se mancano questi presupposti l'oggetto viene visto doppio (diplopia).

I campi visivi dei due occhi sono legati reciprocamente: le due retine sono organizzate per aree corrispondenti. Ad ogni area retinica dell'occhio sinistro corrisponde, in posizione omologa, una particolare area retinica nell'occhio destro. La direzione visiva che ne risulta è come se derivasse da un occhio immaginario posto al centro tra i due.⁹

⁸

<http://www.centrofeldenkrais.it/problematiche/occhio1.htm>

⁹ Rossetti A; Gheller P. “Manuale di optometria e contattologia” , Zanichelli editore, 2003

I gradi della visione binoculare sono tre:

-1° grado: percezione simultanea

-2° grado: fusione piatta

-3° grado: stereopsi

La percezione simultanea è la capacità di vedere contemporaneamente due immagini non sovrapponibili che si formano su ciascuna retina, questa capacità permette di capire se c'è soppressione da parte di uno dei due occhi.

La fusione piatta è la capacità di vedere due immagini simili in una percezione singola

La stereopsi è la più alta forma di cooperazione binoculare ed esprime la capacità di percepire la profondità.

Tuttavia nel processo così complicato ed articolato della visione, svolgono un ruolo di elevata importanza le esperienze e le emozioni.

Occorre, dunque, che il cervello non solo selezioni le informazioni utili e scarti quelle irrilevanti in quel momento ma che poi le confronti con ciò che si è acquisito in passato. Per esempio se si chiede di immaginare una foglia, nonostante questa possa assumere diversi colori nelle varie stagioni, il cervello la ricorda sempre di colore verde.

Capitolo 2

La vista è uno dei mezzi di comunicazione più importante che si possiede, circa il 90% delle informazioni pervengono da essa.

“L’universo visivo del neonato è limitato in distanza, esso si sviluppa soprattutto nella visione da vicino: il suo mondo è quello a portata di mano. La visione non è innata e non resta eguale per tutta la vita, ma si modifica, “matura” nel corso della crescita.”¹⁰

Nel periodo post-Natale ogni settimana può portare a grandi modifiche del sistema visivo che sono influenzate da diversi fattori: genetici, maturativi ed ambientali.

Il periodo di sviluppo può considerarsi terminato intorno al decimo anno di vita con lievi cambiamenti fino a qualche anno dopo.

¹⁰ <http://www.sconfini.eu/attualita/54-approfondimenti/3757-sviluppo-visivo-dei-bambini-l-occhio-e-programmato-per-apprendere.html>

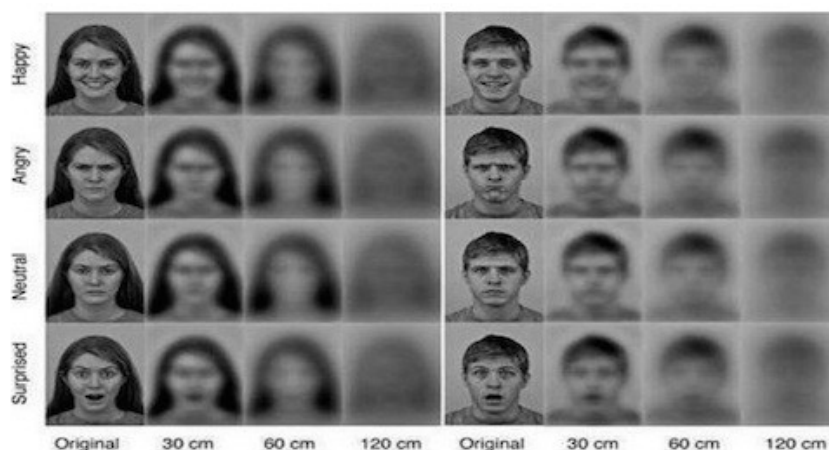
2.1 La visione nei neonati

La vista è l'ultimo dei sensi a svilupparsi completamente nei neonati. In particolare questa si sviluppa nel corso dei primi otto mesi di gravidanza ma fino al settimo sono protetti dalle palpebre ben chiuse. Dopo la ventottesima settimana di gravidanza il bambino inizia ad aprire gli occhi e riesce a distinguere la luce dal buio, infatti in presenza di luce la parete addominale appare come una tinta rossastra -viola, forse è proprio per questo motivo che i neonati alla nascita preferiscono i giocattoli di colore rosso.

Dopo la nascita gli occhi del neonato sono gonfi a causa della pressione causata dal parto. Alla nascita la funzione visiva è rudimentale e anche estremamente fragile, la parte del cervello che processa le informazioni della vista non è ancora sviluppata e la sua acuità visiva può essere definita circa 1/20.

“Lo sviluppo visivo normale richiede una stimolazione appropriata, con immagini nitide e simili in entrambi gli occhi. I primi 3 mesi di vita sono fondamentali per un normale sviluppo; sono infatti definiti “periodo critico” proprio per la maggiore attività e vulnerabilità del sistema visivo in questa fase”. (A. Magli, R. Carelli Oftalmologia pediatrica e strabismo pag. 56) ¹¹

Il bambino appena nato può essere considerato un miope perché il suo sistema visivo è limitato in distanza infatti riesce a vedere solo quello che si trova a 20-25 cm dal suo viso quindi tutto quello che è alla sua portata di mano. In particolare sono di suo interesse le facce: naso, capelli ma soprattutto le parti mobili come gli occhi e la bocca.



¹¹ A. Magli, R. Carelli Oftalmologia pediatrica e strabismo, P. Nucci M. Serafino

In questo primo periodo di vita il neonato riesce ad organizzare e muovere anche i muscoli oculari, quindi segue oggetti in movimento che, però, si trovano sempre alla distanza di 20-25 cm, per esempio le apine colorate o i sonaglini montati sopra il suo lettino, oppure la faccia della mamma mentre allatta. Per quanto riguarda la visione dei colori in questo primo periodo di vita il piccolo riesce a riconoscere solo il verde ed il rosso o il giallo e blu se sono in forte contrasto ed il campo visivo, invece, è limitato. Tra il secondo ed il sesto mese il bambino sviluppa la capacità di focalizzazione, convergenza e fissazione, i movimenti oculari sono ancora più lineari infatti inizia a comunicare con i genitori attraverso gli occhi spostando lo sguardo verso l'oggetto desiderato e poi guardando nuovamente i genitori come a dire "Lo voglio mamma ma non riesco a prenderlo da solo". L'acuità visiva aumenta (superiore ai 2/10) migliorando anche la fissazione di oggetti lontani, si instaura una coordinazione. Dopo il quarto mese ha una perfetta percezione dei colori, instaura una coordinazione occhio-mano infatti il piccolo riesce ad osservare ed afferrare oggetti, ma cosa più importante, in questo mese, comprare la visione binoculare infatti con l'insorgenza della stereopsi riesce a riconoscere un uccellino sul ramo da un cagnolino nel prato al parco.

Dal settimo al decimo mese di vita il bambino ha maturato i movimenti oculari in modo coordinato e completo riuscendo a spostare lo sguardo da un oggetto all'altro.

Solo tra l'undicesimo ed il diciottesimo mese sviluppa completamente tutte le capacità visive, raggiungendo un campo visivo uguale a quello di un adulto e un'acuità visiva pari a 4/10.¹²

Da un punto di vista anatomico l'occhio di un neonato ha dimensioni ridotte pari a tre quarti quelle di un adulto, infatti può essere definito un ipermetrope. In questa prima fase di vita, fino ai due anni successivi, si sviluppano tutte le strutture oculari, i recettori dell'occhio e del cervello.¹³

Di grande interesse è la questione del colore degli occhi alla nascita che poi con il tempo cambia. Quando si parla del colore degli occhi ci si riferisce all'iride, quest'ultimo (come la pelle) è ricco di melanociti, cioè delle cellule specializzate a produrre melanina in risposta alla luce. Per questo motivo i neonati presentano un colore degli occhi azzurro o grigio perché sono stati al buio per nove mesi. Dopo i primi mesi di vita si capirà il vero colore

¹² <http://www.sconfini.eu/attualita/54-approfondimenti/3757-sviluppo-visivo-dei-bambini-l-occhio-e-programmato-per-apprendere.html>

¹³ <https://coopervision.it/tutto-sulle-lenti-a-contatto/la-vista-nei-bambini>

degli occhi in base a quanta melanina secernano in risposta alla luce: saranno azzurri se produrranno poca melanina, verdi se la quantità è media, marroni o neri se la produzione è elevata.¹⁴

2.2 Lo sviluppo visivo nei primi anni di vita

L'emmetropia è la condizione visiva esente da difetti refrattivi. Tuttavia nei primi anni di vita questa condizione non è reale poiché i neonati presentano una refrazione mediamente ipermetropica.

Lo stato refrattivo dipende da:

- Lunghezza assiale dell'occhio
- Curvatura della cornea
- Potere cristallino

Alla nascita la lunghezza del bulbo oculare è ridotta (16,5 mm) ed è associata ad un potere corneale di 53D e un cristallino di 34D. Con il passare del tempo questi parametri si modificano fino ad arrivare al secondo anno di vita con dei valori simili a quelli di un adulto: potere corneale di 42D e cristallino di 20D.

Il processo di emmetropizzazione, così come lo sviluppo dei difetti refrattivi, sembra essere influenzato da fattori genetici ed ambientali.

“Numerosi studi su gruppi di gemelli identici e bambini con genitori miopi evidenziano la presenza di una forte componente genetica alla base dello sviluppo anatomico e refrattivo degli occhi.” (R.Caputo, Oftalmologia pediatrica e strabismo)¹⁵

Tali studi hanno anche dimostrato che la presentazione di immagini sfuocate o l'occlusione prolungata nei neonati può indurre una miopizzazione da allungamento assiale dell'occhio. Invece l'assenza di stimoli luminosi sembra ritardare il processo di emmetropizzazione con una persistente ipermetropia, proprio per questo sono di fondamentale importanza i fattori ambientali nei primi mesi di vita per lo sviluppo refrattivo.

¹⁴ <https://www.pianetamamma.it/il-bambino/sviluppo-e-crescita/colore-degli-occhi-del-bambino-quando-si-definisce.html>

¹⁵ P.Nucci, M.Serafino- Oftalmologia pediatrica e strabismo, pp47

Nei primi anni di vita le capacità visive sono nel pieno dello sviluppo, tra il quarto ed il quinto anno l'acutezza visiva raggiunge i valori di un adulto (circa 10/10) e la stereopsi matura completamente, dopo i cinque anni il piccolo esplora il senso cromatico. A otto anni lo sviluppo può essere considerato terminato con qualche piccola modifica fino a qualche anno dopo.¹⁶

L' esame dell'acuità visiva dovrebbe essere condotto quando c'è una collaborazione da parte del bambino assicurandosi che l'occhio non in esame sia occluso aggiungendo, magari, anche un foglio di carta ben bloccato dalla montatura.

Successivamente si procede con l'esame refrattivo inserendo la lente di prova e valutando il visus.



In ambito infantile la prescrizione ottica tiene conto dello scopo di essa e di molti fattori tra i quali:

- Età del soggetto
- Entità del difetto
- Stato binoculare
- Anisometropie
- Eventuale strabismo associato

¹⁶ <http://www.sconfini.eu/attualita/54-approfondimenti/3757-sviluppo-visivo-dei-bambini-l-occhio-e-programmato-apprendere.html>

Lo scopo principale della correzione di un difetto refrattivo deve essere quello di garantire una corretta stimolazione visiva permettendo un normale sviluppo visivo sia mono che binoculare.

I difetti refrattivi che non permettono la corretta messa a fuoco sulla retina sono: la miopia, l'ipermetropia e l'astigmatismo. In età infantile questi tre vizi refrattivi sono corretti diversamente a seconda dell'età.

Per quanto riguarda la correzione del difetto miopico ci sono diverse scuole di pensiero: L'American Academy of Ophthalmology Preferred Practice Pattern (AAO-PPP) sostiene che, in età prescolare e in assenza di anisometropie significative, bisogna correggere sopra le 5 diottrie i soggetti di età inferiore ad un anno; inoltre denota un limite di -4 diottrie tra uno e due anni e -3 diottrie per i bambini di oltre i tre anni.

L'associazione Optometristi del Regno Unito, invece, sostiene che i bambini sotto il primo anno di vita devono essere corretti se hanno un difetto miopico sopra le 3 diottrie; invece, in età scolare, bisogna correggere il difetto miopico di qualunque entità.

Per quanto riguarda l'ipermetropia, in età prescolare, i bambini presentano una refrazione ipermetropica che non deve essere corretta se non è associata a strabismi convergenti.

Nei difetti ipermetropici l'American Academy of Ophthalmology Preferred Practice Pattern (AAO-PPP) sostiene che nei soggetti di età inferiore ad un anno e in assenza di esotropia la correzione deve essere attribuita a difetti superiori alle sei diottrie, 5 diottrie se si parla di bambini fino ai due anni, 4,5 se sono soggetti di tre anni. Nel caso, invece, di bambini con esotropia la correzione deve essere rispettivamente per difetti superiori alle 3, 2 e 1,5 diottrie. In età scolare i difetti astenopici sono fondamentali perché possono essere da guida verso correzioni anche di lieve entità. Quando si parla di bambini con esotropia la correzione deve essere totale e soprattutto deve basarsi sulla ciclopegia; invece se il soggetto non presenta esotropia allora si effettua una parziale sottocorrezione di circa 1,5 diottrie di modo da garantire una facile adattabilità alla prescrizione ottica ed un corretto sviluppo visivo.

L'astigmatismo, in età prescolare, se è inferiore a 1,5 diottrie e non è associato a difetti refrattivi sferici elevati può anche non essere corretto, invece dopo i sei anni di vita deve essere corretto se l'acuità visiva naturale è inferiore ai 7-8/10 oppure se il bambino lamenta sintomi astenopici.

Secondo l'American Academy of Ophthalmology Preferred Practice Pattern (AAO-PPP) la correzione per difetti astigmatici deve essere attribuita per difetti superiori alle 3 diottrie se il bambino ha meno di un anno, invece i membri dell'AAPOS affermano che le correzioni possono essere assegnate anche se il difetto è più basso.

L'errore maggiormente commesso quando si assegna una correzione ottica per l'astigmatismo è quello di sottocorreggere il bambino come nei soggetti adulti perché, mentre nell'adulto ci deve essere un graduale adattamento alla correzione, i bambini riescono ad abituarsi subito alla correzione completa e non necessitano, quindi, di frequenti cambi di prescrizione limitando, così, anche la spesa alla famiglia.

I classici mezzi di correzione, in età infantile, sono gli occhiali le cui caratteristiche cambiano a seconda dell'età. Nei primi anni di vita si scelgono montature con un certo grado di elasticità per il rischio di traumi accidentali. Negli anni a seguito si può passare a montature in metallo o celluloide, la scelta di questi tipi di occhiali non solo dipende dal gusto estetico del bambino e della madre ma deve adattarsi anche al tipo di lenti ed al suo spessore. Le montature in metallo si preferiscono dopo i sei anni perché i naselli si adattano meglio ma comunque possono essere facilmente regolabili, invece nelle montature in celluloide i naselli e le stecche tendono a modificarsi poco.

Nei casi in cui viene prescritta una penalizzazione ottica, per esempio per ambliopia, le lenti devono essere alte di modo tale che il bambino non sbirci e quindi la terapia non risulti inefficace.

Altri mezzi di correzione, anche se meno utilizzati in ambito infantile, sono le lenti a contatto. I genitori dei bambini che usano questo tipo di mezzo correttivo hanno anche loro un ruolo fondamentale poiché devono vigilare sul corretto uso delle lenti da parte dei propri figli. L'applicazione di lenti a contatto rigide gas permeabili sono difficilmente utilizzate nei bambini per la difficoltà di adattamento iniziale, l'instabilità soprattutto durante lo sport e anche per il costo normalmente elevato. Quindi, generalmente, vengono prescritte lenti a contatto morbide usate soprattutto quando il bambino fa sport. I soggetti che trovano più giovamento con le lenti a contatto sono i miopi o soggetti con forte anisometropia poiché riducono l'anisiconia che dovrebbe esserci con la correzione a tempiale.

Un frequente problema nei bambini è l'ambliopia, il cui termine proviene dalla lingua greca e significa "debolezza visiva", tale deficit è comunemente conosciuto come "occhio pigro". Si tratta di una ridotta capacità visiva mono o bilaterale a seguito di una anomala stimolazione visiva nell'età plastica che non è immediatamente migliorabile con le correzioni ottiche. Più precisamente l'ambliopia insorge quando, nel periodo critico, le immagini retiniche che arrivano ai due occhi sono diverse e quindi non possono essere fuse in modo corretto, di conseguenza il sistema visivo (ancora immaturo) cerca di adattarsi inibendo l'immagine più sfocata. *"La soppressione costante e prolungata in un occhio e la presenza di immagini non nitide bilateralmente, nel periodo critico, impediscono la normale maturazione neuronale con conseguente ambliopia e ridotta acuità visiva"*. (R. Carelli, A. Magli, oftalmologia pediatrica e strabismo pag 56).

I segni che possono evidenziare la presenza di ambliopia non sempre sono specifici, ma può manifestarsi con deficit visivi per esempio con un'alterazione della percezione dei colori, una variazione della sensibilità al contrasto e nei casi più gravi può essere un segnale l'alterazione della motilità oculare estrinseca o intrinseca.

Il ripristino delle normali condizioni visive sarà tanto migliore quanto prima si interviene per correggerle, se ci si accorge tardi di tale deficit il recupero sarà solo parziale.

Normalmente i risultati migliori si ottengono quando si interviene prima dei 10 anni, dopo questi il sistema visivo è già quasi sviluppato quindi il ripristino potrebbe essere anche solo parziale ma in ogni caso è bene comunque cercare di fare il massimo possibile.

Il trattamento antiambliopico principale è la penalizzazione ottica, consiste nel occludere l'occhio fissante e quindi stimolare l'occhio che vede sfocato. L'occlusione può essere full-time o part-time: full time quando l'occhio fissante è privato di visione tutto il giorno, non dimenticando però di controllare ogni tanto la sua acuità visiva per evitare ambliopia iatrogena; Part-time quando l'occhio fissante è occluso solo per qualche ora al giorno e questo dipende dall'età del soggetto e dall'entità del deficit.

2.3 Il processo visivo nell'età adolescenziale.

“Il sistema visivo dell'adolescente muta in modo rapido adattandosi alle richieste ambientali e l'adolescenza è il tempo delle prime verifiche optometriche approfondite, della conoscenza dei propri deficit visivi, dell'affidamento ai professionisti che si occupano della visione. Compensare un' ametropia con occhiali oppure con lenti a contatto comporta varie e significative differenze di ordine ottico- rifrattivo, visuoperceptivo e psicologico.”¹⁷

L'adolescenza è un periodo particolare della vita di una persona che va dagli 11 ai 19 anni circa e durante il quale il sistema visivo si è organizzato e maturato raggiungendo, normalmente, un acuità visiva sopra i 12/10.

La sensibilità al contrasto consente di percepire anche i minimi dettagli tra sfondo e figure, la binocularità è ben consolidata permettendo di cogliere la posizione precisa degli oggetti nello spazio e anche la sensazione cromatica ha raggiunto la piena maturità. Tuttavia questo periodo, spesso, vede l'insorgere di ametropie, disturbi dell'accomodazione, anomalie della binocularità e altri tipi di problemi visivi- funzionali. Ciò accade perché in questa fascia d'età la visione si modifica in modo rapido come conseguenza a posture squilibrate o molto ravvicinate richieste anche durante l'impegno scolastico.

L'impegno prossimale degli occhi in questo periodo di vita è veramente elevato, i problemi della visione binoculare legati a questa visione così ravvicinata sono certamente maggiori rispetto ad una visione distale poiché la prima comporta elevato impegno prossimale, movimenti oculari a escursione limitata e utilizzo di superfici bidimensionali.

I disturbi che, spesso, si evidenziano in soggetti che per molto tempo fanno uso di una visione prossimale sono: mal di testa, irritazione e iperemia, bruciore o prurito oculare, lacrimazione accentuata, sensazione di corpo estraneo nell'occhio.

Quando si parla di impegno visivo prolungato da vicino si intendono le ore passate a leggere, scrivere, utilizzare smartphone, tablet, computer o tv, tali attività affaticano gli occhi e creano stress accomodativi a carico della muscolatura estrinseca e di quella interna all'occhio che si occupa della messa a fuoco. A lungo andare un apparato visivo più delicato può modificare la struttura oculare in risposta a tale stress allungando la struttura oculare e

¹⁷ http://www.otticamaffiolettibergamo.it/files/files_pubblicazioni/00047.pdf

rendendo il soggetto miope.¹⁸ Questo tipo di miopia è chiamata “miopia dell’età evolutiva”, prima questo tipo di difetto visivo colpiva maggiormente i ragazzini più studiosi e meno gli svogliati ma oggi la percentuale di adolescenti miopi è aumentata perché le attività a distanza ravvicinata, come già detto precedentemente, sono veramente varie e non più solo lo studio.

L’ipermetropia, nei bambini e nei ragazzini, è un difetto refrattivo che spesso si “nasconde” poiché all’inizio non si notano affatto i sintomi grazie all’elasticità del cristallino che compensa automaticamente il lieve deficit visivo. Il grande “lavoro” dei muscoli ciliari e le continue correzioni durante la visione hanno, però, delle conseguenze.

L’accomodazione, cioè la messa a fuoco del cristallino funziona fino ad una determinata età e fino ad un certo grado del difetto refrattivo.

I sintomi degli ipermetropi sono: emicranie e vertigini, bruciore agli occhi oppure il “sentire” occhi stanchi e la visione diventa faticosa soprattutto quella da vicino.

Durante l’esame visivo, in ragazzi ipermetropi, è bene stare molto attenti poiché il cristallino è molto elastico e quindi, attraverso l’accomodazione automatica, le immagini saranno sempre nitide per questo motivo ci potrebbe essere il rischio di non riconoscere lievi forme di ipermetropia. Dopo aver valutato l’acutezza visiva del soggetto si sceglie la correzione che consiste in una lente positiva tale che permetterà al ragazzo di poter vedere senza più impegnare continuamente l’accomodazione.¹⁹

L’adolescenza è un periodo di vita in cui ci si mette a confronto con i coetanei continuamente e quindi anche un semplice occhiale da vista può risultare un motivo per vergognarsi del proprio aspetto fisico per questo molti ragazzi preferiscono le lenti a contatto.

¹⁸ <https://blog.ciaroni.it/perché-la-miopia-non-si-ferma>

¹⁹ <https://www.fielmann.it/it/informazioni-general/difetti-della-vista/ipermetropia/>



Ovviamente, però, questi mezzi ottici possono essere tanto vantaggiosi quanto no se non se ne fa un buon uso. Sicuramente uno dei vantaggi riguarda l'aspetto estetico (che abbiamo detto essere il motivo principale di tale utilizzo), i forti ipermetropi mostrano attraverso gli occhiali un ingrandimento degli occhi al contrario dei miopi che usano lenti negative e quindi producono un rimpicciolimento degli occhi; inoltre le lenti a contatto consentono di avere un campo visivo più ampio rispetto ad una montatura di occhiali, altro vantaggio molto importante è che le lac rimangono centrate in ogni direzione di sguardo e non provocano aberrazioni ottiche da incidenza obliqua della luce; un ulteriore vantaggio è che quando si guardano oggetti vicini con lenti a contatto l'asse visivo attraversa sempre il centro ottico della lente al contrario della lente oftalmica (se centrata per visione distale) che produce effetti prismatici.²⁰

L'errore commesso dai teenager è quello di voler sostituire completamente l'occhiale con le lenti a contatto, questo porta spesso all'insorgere di complicanze più o meno gravi dovute all'abuso o all'uso scorretto di tali mezzi correttivi con conseguenti alterazioni corneali per esempio ipossia alla cornea). Proprio per questo motivo è importante eseguire una visita contattologica al fine di stabilire il tipo di lente a contatto con l'adeguata geometria e materiale adatto allo specifico soggetto e spiegare l'importanza dell'igiene e della precisione quando si usano tali dispositivi ottici.²¹

²⁰ http://www.otticamaffiolettibergamo.it/files/files_pubblicazioni/00047.pdf

²¹ <http://www.percezionevisiva.com/lac-per-adolescenza/>

2.4 La visione in età adulta

Superati i 20-25 anni la vista conosce, tranne per casi particolari, un periodo di tranquillità poiché i difetti refrattivi (miopia, ipermetropia, astigmatismo) che dovevano manifestarsi lo hanno fatto.

Via via che passano gli anni, però, l'organismo attraversa un processo di invecchiamento, che non è una malattia ma una condizione fisiologica caratterizzata dalle naturali modifiche strutturali dell'organismo stesso.

Per questo motivo è naturale che anche l'occhio subisca delle modifiche in relazione all'età come ad esempio l'acuità visiva, la sensibilità al contrasto, l'adattamento al buio, l'abbagliamento, il campo visivo, il senso cromatico e i movimenti di vergenza dell'occhio.

L'acuità visiva è la capacità dell'occhio di discriminare dettagli fini di un oggetto.

L'esame dell'acutezza visiva è di fondamentale importanza perché rappresenta il metodo principale per valutare le funzioni visive di risoluzione che con l'età subiscono cambiamenti, bisogna tener presente, però, di alcuni elementi fisici che, soprattutto nelle persone anziane, possono influenzare il risultato finale:

- L'illuminazione e il contrasto delle tavole ottotipiche: Illuminazioni alte provocano aumento discriminativo retinico e miosi con conseguente aumento dell'acuità visiva, al contrario basse illuminazioni comportano delle difficoltà di lettura.

Un contrasto ridotto riduce l'acuità visiva.

- L'intervallo spaziale tra i caratteri dell'ottotipo: A parità dimensionale dei caratteri presentati quanto più distanti sono più è facile il loro riconoscimento.

- Variazioni nella difficoltà di lettura delle lettere: Dal punto di vista della leggibilità il Paliaga identifica delle lettere con lettura facile (A, C, D, L, O, U, V), di media difficoltà (E, F, G, I, N, P, R, T, Z) e difficile (B, H, M, Q, S).

In funzione dell'età varia anche lo stato ametropico, in particolare si assiste, normalmente, a una riduzione dei soggetti emmetropi e un aumento dei soggetti miopi e ipermetropi. Anche l'astigmatismo si modifica con l'età passando da un astigmatismo secondo regola, che è tipico dei giovani, ad uno contro regola. Questa variazione della toricità corneale è, secondo taluni, una conseguenza della riduzione del tono palpebrale.

La sensibilità al contrasto spaziale e temporale è definita dalla legge di Weber come la differenza in percentuale tra i livelli di luminosità tra oggetto e sfondo e che rende l'oggetto facile da riconoscere. Tale funzione è definita in inglese Contrast Sensitivity Function (CSF) e per studiarla ci si basa sul rilievo delle soglie di sensibilità al contrasto spaziale e temporale.

La CSF diminuisce con l'età, in particolare aumenta progressivamente dal primo anno di vita fino a raggiungere livelli massimi all'età di 18-29 per poi ridursi dopo i 30 anni.

Le ragioni della differenza della CSF tra gli adulti e i bambini non è ancora nota; alcuni studi ritengono che con l'età ci sia una diminuzione della qualità dell'immagine ottica dimostrando che i soggetti oltre i 70 anni di età per percepire uno stimolo come viene percepito da un giovane abbia bisogno di un contrasto tre volte superiore, altri studi ritengono che la causa sia dovuta ad una minore illuminazione retinica dovuta alla miopia senile o di diffusione della luce all'interno dell'occhio, altri studi, ancora, sostengono che le cause sono correlate proprio all'invecchiamento della retina e delle vie ottiche.

Infine, dopo numerosi studi, si è arrivati alla conclusione che la causa principale della diminuzione della CSF in funzione dell'età sia di origine neurale.

L'adattamento, in generale, è la capacità dell'occhio di regolare la propria sensibilità in funzione delle condizioni di stimolazione esterna. È stato dimostrato che la soglia di adattamento al buio si eleva con l'età, a 80 anni è più alta di circa 1.8 UL rispetto a quella di un soggetto di 20 anni.

Le cause di tale cambiamento sono molteplici: la ridotta trasparenza dei mezzi diottrici, miopia senile, alterazioni del cristallino, deterioramento delle vie ottiche e della circolazione cerebrale. Pauleikhoff ha dimostrato che un'ulteriore causa dell'innalzamento della soglia di adattamento è un ispessimento della membrana di Bruch (tessuto molto sottile che si trova tra la corioide e la retina), dovuto ad un aumento di deposizione dei lipidi, ciò rende la

membrana idrofobica. Il cambiamento della struttura funge da effetto barriera e limita la disponibilità di vitamina A per l'epitelio pigmentato retinico e una diminuzione del trasporto dell' 11 cis retinale dall' epitelio pigmentato retinico al segmento esterno dei bastoncelli, ritardando, così, la rigenerazione della rodopsina (proteina situata nei bastoncelli che permette la vista in bianco e nero).

L'abbagliamento è definito come l'abbassamento della facoltà percettiva della vista provocato da luce intensa. Le persone anziane facilmente sono abbagliate, lamentando, così, una ridotta percezione visiva. Ciò avviene a causa di fenomeni di diffusione nel cristallino e nel corpo vitreo che anziché focalizzare la luce sulla retina disperdono la luce all'interno dell'occhio.

Numerosi studi hanno dimostrato, anche, un ritardo del tempo di recupero dopo l'abbagliamento che aumenta con l'età di circa 0.19 UL per decade di vita.

Il campo visivo, così come altre capacità visive, subisce delle variazioni con l'avanzare dell'età. In particolare la diminuzione dell'ampiezza del campo visivo non diminuisce in ugual modo su tutto l'ambito: il campo visivo nasale diminuisce poco alla volta fino ai 60° con una brusca caduta, il campo visivo temporale si restringe in maniera più uniforme ma con una modesta accelerazione in età più avanzata.

Normalmente il campo visivo diminuisce di circa 1-3° ogni decennio.

Con l'avanzare dell'età anche il senso cromatico subisce delle modifiche, soprattutto il blu e il verde sono percepiti di meno.

Per quanto riguarda la percezione del blu questo colore, spesso, non è riconosciuto perché nell'invecchiamento le alterazioni di trasparenza della cornea e del cristallino assorbono le radiazioni con bassa lunghezza d'onda. Ciò è vero soprattutto per il cristallino che col tempo tende a diventare opaco fungendo da lente che taglia le basse lunghezze d'onda. Invece la difficoltà nel discriminare il colore verde, con il passare del tempo, avviene perché c'è una perdita dei coni foveolari che crea alterazioni nella percezione dell'asse rosso-verde.

Ogni soggetto, normalmente, per discriminare i colori ha tre tipi di coni: lunghezza d'onda bassa- blu, lunghezza d'onda media- verde, lunghezza d'onda alta-rosso. Con l'età le tre

classi di coni riducono la loro sensibilità provocando una riduzione della discriminazione della luminosità infatti i colori appaiono, nell'anziano, meno luminosi ed anche i colori sono meno avvertibili.

Le versioni e le vergenze sono dei movimenti oculari binoculari. I primi si verificano quando entrambi gli occhi si spostano nella stessa direzione mentre i secondi si verificano quando gli occhi si spostano in direzioni opposte e riguardano la convergenza e la divergenza.

La convergenza si attua quando l'oggetto osservato si avvicina al soggetto e quindi gli occhi compiono un movimento disgiunto verso il naso, al contrario la divergenza si attua quando l'oggetto osservato si allontana.

“Le vergenze sono movimenti lenti con una latenza di circa 160 msec e con una velocità di circa 20°/sec” (N. Pescosolido) che sono provocate da innervazione tonica, stimolazione accomodativa e stimolazione prossimale.

Alcuni studi hanno dimostrato che la durata delle vergenze è più lunga nei soggetti anziani che nei soggetti giovani, ciò è attribuibile alla riduzione della capacità di elaborazione corticale nella visione binoculare.²²

²² Pescosolido N. “L'invecchiamento dell'apparato della visione”. Fabiano gruppo editoriale

Capitolo 3

La vista, dopo i 20-25 anni di età, conosce un periodo di tranquillità (salvo casi particolari) perché i difetti refrattivi che dovevano manifestarsi si sono manifestati.

“Ma la natura è in agguato e una mattina ci può capitare di provare qualche fastidio a leggere il giornale. Nulla di particolare, come se le lettere stampate fossero un po' sbiadite, sfuocate. “Sarà stanchezza!”, è il primo commento e ci si stropiccia gli occhi. La lettura prosegue, magari spostando il giornale un po' più lontano. Ma il giorno dopo la “stanchezza” si ripresenta e magari ci accade nel corso della giornata di far fatica ad infilare l’ago o a mettere perfettamente a fuoco un oggetto vicino. Bisogna rassegnarsi è in arrivo la presbiopia che non è una malattia della vista e nemmeno un difetto ma solo un’insufficienza accomodativa dovuta all’età dalla quale sono colpiti quasi tutti gli esseri umani” ²³

²³ <http://oculistainfo.blogspot.com/2009/02/la-vista-nelle-ta-adulta.html>

3.1 La presbiopia.

La presbiopia è un termine coniato da Donders nel 1864 che in greco significa “Occhio vecchio” ed indica la naturale condizione fisiologica legata all’età in cui l’ampiezza accomodativa si riduce a tal punto da essere insufficiente per uno svolgimento dell’attività visiva a distanza abituale di lavoro o lettura.

Si definisce accomodazione la capacità dell’occhio di mettere a fuoco un oggetto sulla retina a qualunque distanza esso si trovi. Si tratta di un processo automatico che avviene ad opera del cristallino, il quale aumenta il suo spessore e di conseguenza il suo potere diottrico in base alle distanze osservate.

Il potere accomodativo o ampiezza accomodativa varia in base all’età riducendo progressivamente la capacità del cristallino di modificare la propria curvatura e allontanando il punto prossimo dall’occhio.

ETA’ (anni)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PUNTO PROSSIMO (centimetri)	7	8	10	11	12.5	14	18	25	50	100	150
AMPIEZZA ACCOMODATIVA (diottrie)	14	12.5	10	9	8	7	5.5	4	2	1	0.7

La riduzione dell’ampiezza accomodativa inizia già durante l’adolescenza e continua fino all’età di 60 anni. Hofstetter propose una formula empirica attraverso la quale si può calcolare l’ampiezza accomodativa in funzione dell’età:

$$PA_{dt} = 15 - \frac{età}{4}$$

Clinicamente sono considerati presbiti i soggetti con un ampiezza accomodativa inferiore alle 4.00 D. La scelta di questo valore si basa sulla considerazione che le attività da vicino si svolgono, mediamente, ad una distanza di 40 cm e quindi occorrerebbe un accomodazione di 2.5 D poiché:

$$ACC = \frac{1}{x} = \frac{1}{0.4} = 2.50 \text{ D}$$

Ma per avere una visione confortevole a tale distanza il soggetto non utilizzerà tutto il suo potere accomodativo bensì quello che è il “potere accomodativo confortevole:

$$P \cdot A_{conf} = \frac{2}{3} P \cdot A$$

Quindi, alla luce di ciò che è stato appena detto il potere accomodativo sarà:

$$P \cdot A = \frac{3}{2} P \cdot A_{conf} = \frac{3}{2} 2.50 = 3.75 \text{ D}$$

Per questo motivo un soggetto non avrà problemi nella visione prossima fino a quando il suo potere accomodativo non sarà minore delle 4.00 D, ciò avviene normalmente intorno ai 42- 48 anni.

Ovviamente l’insorgenza dei primi sintomi di presbiopia non riguardano solo l’ampiezza accomodativa ma, anche e soprattutto, le esigenze visive del soggetto stesso: due persone aventi lo stesso potere accomodativo ma con diversi stili di vita accuseranno in tempi diversi i primi sintomi. Ad esempio se un soggetto utilizzerà la visione prossimale per leggere un breve articolo di giornale e l’altro, invece, impegnerà la visione prossimale un’ intera giornata lavorativa, ovviamente, il secondo soggetto manifesterà prima i sintomi legati alla presbiopia.

E' importante, però, classificare i diversi tipi di presbiopia associandoli alle proprie caratteristiche:

- **Presbiopia incipiente:** rappresenta il primo stadio di presbiopia. In questa fase compaiono i primi sintomi di astenopia e di visione confortevole proprio perché il soggetto impegna una quantità maggiore del proprio potere accomodativo confortevole.
- **Presbiopia manifesta:** rappresenta lo stadio successivo a quello della presbiopia incipiente. In questa fase il soggetto possiede ancora una piccola quantità di potere accomodativo ma non è sufficiente a garantirgli una visione nitida da vicino, per questo motivo necessita di un' addizione.
- **Presbiopia assoluta:** rappresenta la fase di presbiopia in cui il potere accomodativo è quasi del tutto assente, mediamente avviene intorno ai 60 anni.
- **Presbiopia prematura:** rappresenta una particolare condizione di presbiopia in cui i normali sintomi insorgono prima del previsto. Solitamente ciò avviene di conseguenza a malattie oculari o sistemiche, deficit nutrizionali, traumi, fattori ambientali, assunzione di farmaci.
- **Presbiopia crepuscolare:** rappresenta una situazione particolare di presbiopia in quanto si verifica in condizioni di bassa illuminazione, in questo caso l'occhio accomoda meno del necessario perché l'accomodazione tende a portarsi verso il suo stato di riposo.

Quindi, data questa classificazione, è ben noto che i primi tre tipi di presbiopia denotati riguardano il normale evolversi della presbiopia in un qualsiasi soggetto mentre gli ultimi due tipi di presbiopie elencate rappresentano dei casi particolari.

L'insorgere della presbiopia può avvenire per cause cosiddette “ normali “ ovvero all'avanzare dell'età, come più volte detto, oppure come conseguenza a particolari patologie o assunzione di farmaci.

Nel primo caso accade che il cristallino perde la sua elasticità a causa di modificazioni della sua struttura interna: con il passare del tempo le fibre corticali crescono fino alla compattazione delle fibre del nucleo e ciò comporta una minore deformabilità del cristallino stesso sotto la capsula. Inoltre il cristallino, con la produzione di fibre, aumenta la sua dimensione provocando un assottigliamento della capsula che diventa meno elastica e quindi riduce l'azione di deformazione sul cristallino. Infine un'ulteriore conseguenza all'aumento delle dimensioni del cristallino è la minore distanza che si viene a creare tra cristallino e corpo ciliare ciò provoca uno spostamento in avanti delle fibre zonulari che rappresentano un ostacolo alla deformazione del cristallino.

Numerosi studi hanno dimostrato che il muscolo ciliare non diminuisce la propria azione con l'avvento della presbiopia anzi la sua attività non varia fino all'età di 60 anni e nelle prime fasi di presbiopia tale muscolo è in ipertrofia a causa dello sforzo eccessivo affinché si veda nitidamente da vicino.

La presbiopia prematura insorge di conseguenza a situazioni particolari quali la presenza di patologie come il diabete mellito, la sclerosi multipla, la miastenia grave oppure da patologie oculari come l'atrofia del muscolo ciliare, le iridociclititi ma può insorgere anche come conseguenza all'assunzione di farmaci che possono alterare la funzione del cristallino tipo insulina o cortisone, o ridurre l'efficienza del muscolo ciliare per esempio gli antidepressivi o ansiolitici.

I fattori che influenzano l'insorgere della presbiopia sono diversi:

- **Fattori geografico- ambientali:** Le popolazioni nordiche diventano presbiti più tardi di quelle equatoriali poiché sono meno esposti alla radiazione ultravioletta ciò ha conseguenze sul processo di invecchiamento del cristallino ritardando il fenomeno della presbiopia.
- **Fattori nutrizionali e stato di salute:** Numerosi studi hanno dimostrato che la denutrizione e le condizioni precarie di salute accelerano in maniera determinante la perdita di funzionalità del sistema accomodativo. Per questo motivo i paesi sottosviluppati presentano un alto numero di casi di presbiopia prematura.

- **Differenze tra sesso maschile e femminile:** Numerosi studi hanno dimostrato che le donne diventano presbiti prima degli uomini con una media di circa 1-3 anni prima a causa degli squilibri ormonali.

Tra i fattori che influenzano l'insorgere della presbiopia ci sono sicuramente le ametropie che siano corrette oppure no: l'ipermetropia, per esempio, nel caso in cui non sia corretto o sottocorretto si accorgerà prima di essere presbite poiché ha il punto prossimo più lontano del coetaneo emmetrope. Invece il miope non corretto o sottocorretto accuserà dopo i sintomi della presbiopia perché sfrutterà l'eccesso di potenza oculare per compensare il deficit accomodativo.

Per quanto riguarda gli ametropi corretti con lenti oftalmiche questi trovandosi a guardare a distanze ravvicinate necessiteranno di sforzi accomodativi diversi da quelli dei soggetti emmetropi. In particolare il miope farà uno sforzo accomodativo minore e l'ipermetropia maggiore rispetto all'emetropia.

La variazione indotta dipenderà dal potere della lente oftalmica usata per correggere gli opportuni difetti visivi e dalla distanza che si creerà tra l'apice corneale e la lente stessa.

Lo sforzo accomodativo può essere calcolato attraverso la seguente formula teorica:

$$SF.ACCOMODATIVO = \frac{1+dP}{1-dP} \frac{1}{x}$$

Dove:

d = distanza apice corneale

P = potere della lente

La differenza di sforzo accomodativo diventa maggiore di 0,25 D quando la lente oftalmica ha un valore superiore alle 3,50 D per questo al di sotto di tali valori si ritiene inutile l'utilizzo di questa formula.

Il miope, quindi, con l'uso di lenti oftalmiche accomoda di meno rispetto all'emetropia o all'ipermetropia ma con l'uso di lenti a contatto ciò non si verifica, tant'è che un miope che decide

di utilizzare lenti a contatto nella fase di presbiopia incipiente si accorgerà di un peggioramento della visione da vicino tale da far rifiutare questo tipo di correzione.

Al contrario invece l'ipermetrope corretto con lenti oftalmiche accomoda di più rispetto all'emmetrope o al miope ma utilizzando lenti a contatto noterà un miglioramento della visione a distanza ravvicinata tale da preferire questo tipo di correzione.

I sintomi caratteristici della presbiopia dipendono dallo stadio evolutivo in cui il soggetto si trova nel momento che li riferisce.

Nella fase incipiente il soggetto accuserà disturbi astenopici che si manifesteranno soprattutto a fine giornata per la stanchezza accumulata nel corso della giornata lavorativa.

Nella fase di presbiopia manifesta i sintomi sono più evidenti tanto da portare il soggetto a riferire al professionista della visione di non vedere più nitidamente a breve distanza, di non riconoscere i caratteri e i numeri piccoli e quindi di non riuscire a compiere azioni che normalmente si eseguono durante la giornata come leggere una rivista o infilare il filo nell'ago.

Il peggioramento visivo è veloce e l'allontanamento del punto prossimo non segue un andamento lineare poiché è funzione dell'inverso dell'ampiezza accomodativa.

In particolare i sintomi della presbiopia maggiormente riferiti sono:

- **Annebbiamento per vicino:** E' uno dei sintomi riferiti sempre dai presbinti ed indica che il potere accomodativo è sceso al di sotto del valore necessario per avere una visione nitida e confortevole. Normalmente il soggetto ricorre a tale disturbo aumentando la distanza d'osservazione o utilizzando illuminazioni più forti dirette verso l'oggetto che si guarda, quest'ultima soluzione non solo provoca una riduzione della pupilla (miosi) tale da aumentare la profondità di fuoco ma migliora l'illuminamento e quindi anche la sensibilità della retina.
- **Annebbiamento per lontano:** E' uno dei sintomi che si viene a creare di conseguenza a un'elevata stimolazione del muscolo ciliare per vedere nitidamente da vicino. Per questo motivo il muscolo ciliare si contrae tanto da creare uno spasmo accomodativo che si traduce in pseudo miopia, la quale può essere intesa come una breve difficoltà di messa a fuoco per lontano.

- **Affaticamento visivo:** E' il sintomo maggiormente riferito dai presbinti non corretti o sottocorretti e comprende bruciore degli occhi, mal di testa, nausea e sonnolenza come conseguenza a un valore eccessivo di convergenza accomodativa la quale richiede un impegno notevole a carico del sistema motorio oculare.²⁴

3.2 Le possibili soluzioni alla presbiopia

La correzione della presbiopia si determina dopo aver effettuato un controllo per la visione da lontano e, quindi, eventualmente corretto una possibile ametropia.

I metodi per effettuare un esame visivo per vicino sono diversi, in base al soggetto esaminato si sceglie quale metodologia usare:

- **In funzione dell'ampiezza accomodativa:** Si tratta di un metodo basato su calcoli teorici dell'addizione in funzione della differenza tra richiesta accomodativa e accomodazione disponibile, tenendo conto di questi si può avere un valore orientativo da inserire nell'occhialino di prova per poi proseguire con ulteriori test optometrici.

E' importante sottolineare che la correzione assegnata al soggetto presbite deve essere tale da lasciare una parte di potere accomodativo inutilizzato e quindi definito come "riserva accomodativa", ciò comporta una visione nitida e confortevole a distanza ravvicinata. Per questo motivo l'addizione da assegnare deve essere:

Secondo Lawrence e Maxwell la riserva accomodativa deve essere pari alla metà dell'ampiezza accomodativa e quindi l'addizione:

$$ADD = \frac{1}{x} - \frac{1}{2} \text{ PA}$$

Secondo Sheard e Giles la riserva accomodativa deve essere pari ad un terzo del potere accomodativo e quindi l'addizione:

²⁴ Dispense corso optometria. Carelli unina

$$ADD = \frac{1}{x} - \frac{2}{3} PA$$

Questo tipo di metodo, quindi, richiede la conoscenza del potere accomodativo e della distanza di lavoro del soggetto, la quale può essere calcolata o facendo posizionare l'ottotipo all' abituale distanza di lavoro oppure mediante opportuni test optometrici.

Per quanto riguarda l'ampiezza accomodativa, ovvero il valore massimo di accomodazione che l'occhio riesce ad esercitare, può essere calcolata in soggetti di tutte le età dopo la correzione di eventuali ametropie e in visione monocoluare perché potrebbe essere influenzata dalla convergenza. I modi per misurare l'ampiezza accomodativa sono la tecnica del push-up o attraverso l'utilizzo delle lenti negative. La prima tecnica si esegue in un ambiente ben illuminato e dopo aver corretto un eventuale ametropia, si posiziona l'ottotipo a circa 50 cm di distanza e si chiede al soggetto di leggere le letterine della riga corrispondente alla massima acuità visiva, dopodiché si avvicina l'ottotipo fino a quando il soggetto esaminato ci riferisce di vedere sfuocate le letterine osservate, a quella distanza corrisponde il punto prossimo di visione nitida che serve per risalire al potere accomodativo grazie alla seguente formula:

$$PA = \frac{1}{PP} - A$$

A = ametropia

Per questa tecnica sono indicati degli strumenti che indicano in maniera precisa la distanza dell'ottotipo al soggetto come il RAF (Near point rule) o il Regolo di Livingstone i quali sono dei regoli che sostengono la tavola otto tipica agganciati ad un'asta metallica mobile avente i centimetri e le corrispondenti diottrie.

Per quanto riguarda l'utilizzo di lenti negative per la misura dell'ampiezza accomodativa si chiederà al soggetto di leggere le letterine della riga corrispondente a un paio di decimi inferiori alla sua massima acuità visiva, a questo punto si inizierà ad inserire lenti negative fino a quando il soggetto non noterà il primo annebbiamento. La lente precedente all'annebbiamento sarà

sommata all'inverso della distanza a cui è posto l'ottotipo ed il risultato corrisponderà al valore del potere accomodativo.

Quindi matematicamente il potere accomodativo potrà essere calcolato attraverso la seguente formula:

$$PA = \frac{1}{x} - P$$

P = Potere della lente negativa precedente all'annebbiamento

- **In base alla migliore acuità visiva soggettiva:** è una tecnica utilizzata spesso nei soggetti con acuità visiva normale per lontano. La tecnica prevede di far posizionare, al soggetto esaminato, l'ottotipo ad una distanza abituale di lettura o lavoro per vicino, dopodiché si posizionano lenti positive e si aumenta il potere con intervalli di 0,25 D fino all'addizione che si preferisce in termini di nitidezza e comfort. Normalmente il risultato finale è superiore alle 0,50 D che permettono la visione dei caratteri più piccoli dell'ottotipo.

- **In base al metodo dei cilindri crociati:** Questo metodo ha lo stesso funzionamento adottato per correggere il valore sferico per lontano, si esegue in visione binoculare posizionando un reticolo a croce davanti al soggetto ad una distanza abituale di lavoro per vicino. A questo punto si inseriscono davanti agli occhi una coppia di cilindri crociati di $\pm 0,50$ D con asse del cilindro negativo a 90°. Senza lenti positive sicuramente il soggetto riferirà di vedere meglio le linee orizzontali, allora si inseriscono lenti positive con poteri sempre più elevati fino a quando il soggetto non noterà differenza di nitidezza tra le linee orizzontali e quelle verticali, se non si raggiunge l'uguaglianza si lascia la preferenza sulle linee orizzontali.

Bisogna tener conto dell'illuminazione che non deve essere molto forte perché può provocare miosi e quindi aumentare la profondità di fuoco la quale, a sua volta, potrebbe ridurre la sensibilità nel distinguere la nitidezza tra le linee orizzontali e quelle verticali.

- **In base all'utilizzo del test bicromatico:** La tecnica prevede l'utilizzo di un ottotipo retroilluminato posto all'abituale distanza di lavoro per vicino del soggetto.

Questo metodo sfrutta l'aberrazione cromatica dell'occhio presentando uno schermo diviso in una parte verde ed una rossa, si chiede al soggetto se vede più nitide le letterine nella zona verde o in quella rossa. Ovviamente senza lenti positive la risposta sarà sicuramente la zona verde ma aumentando il potere delle lenti posizionate dinanzi agli occhi dell'esaminato ci si ferma quando questo non riferisce di vederle allo stesso modo, altrimenti si lascia una preferenza per i caratteri sullo sfondo verde.

Questo metodo è utilizzato anche per rifinire l'addizione ottenuta con altri metodi.

- **In base alla verifica dell'intervallo di visione nitida:** Questo metodo è utilizzato per verificare se il valore dell'addizione trovata con il metodo soggettivo per vicino o quello teorico in base all'età è giusto.

La tecnica consiste nel far osservare al soggetto i caratteri dell'ottotipo inferiori di almeno 2/10 al valore massimo di acuità visiva raggiunta per vicino, dopodiché si chiede di avvicinare l'ottotipo e riferire quando vede i caratteri sfuocare, allo stesso modo di allontanare l'ottotipo.

E' molto importante che il soggetto riesca ad avvicinare di qualche centimetro l'ottotipo perché significa che vi è una riserva accomodativa la quale permette una visione nitida e confortevole.

Tale tecnica permetterà di capire l'intervallo di spazio in cui funzionerà l'occhiale che sarà prescritto.

- **In base all'accomodazione relativa:** è un metodo che si basa sull'accomodazione relativa includendo l' ARP (Accomodazione relativa positiva) e l' ARN (Accomodazione relativa negativa).

L' ARP si misura antepoendo dinanzi agli occhi dell'esaminato lenti negative e chiedendo di leggere le letterine di 2/10 inferiori al suo visus per lontano, si aumenta il potere delle lenti con intervalli di 0,25 D e quindi di sforzare l'occhio per riportare la nitidezza fino a quando non viene percepito il totale annebbiamento, dopodiché si annota il valore della lente che ha portato a tale effetto.

L'ARN si misura, invece, antepoendo davanti agli occhi del presbite lenti positive e chiedendogli sempre di guardare i caratteri dell'ottotipo corrispondenti ai 2/10 inferiori al suo visus per lontano si aumenta il potere di 0,25 D fino a quando non riferisce di vedere annebbiato.

In questo modo la richiesta accomodativa si troverà in mezzo all'intervallo dell'accomodazione relativa definendo l'intervallo di visione nitida:

$$IVN = ARN - ARP$$

L'addizione sarà:

$$ADD: ARP + \frac{IVN}{2}$$

- **In base alla sciascopia dinamica:** è un metodo che necessita di illuminazione fotopica e si esegue solo dopo aver compensato l'eventuale ametropia.

L'optometrista si posizionerà all'abituale distanza di lavoro per vicino del soggetto e gli chiederà di leggere le letterine poste sul piano dello schiascopo partendo da quelle più grandi fino a quelle più piccole che riesce a vedere con l'aggiunta dell'addizione. Quello che vedrà l'esaminatore sarà un movimento concorde del riflesso poiché il soggetto avrà il punto prossimo di visione nitida più lontano rispetto al piano di lettura. Si inseriscono lenti positive fino a quando non si raggiunge il punto neutro.

- **Differente richiesta di sforzo accomodativo:** Si posiziona un reticolo a croce all'abituale distanza di lavoro per vicino del soggetto e si antepongono due cilindri crociali di $\pm 0,50$ D con asse negativo a 90° , si dissocia la visione inserendo prisma di 6 Dp base verticale. Dopo aver inserito tutto ciò si aggiungono lenti positive fin quando il soggetto vedrà le linee verticali di nitidezza uguale a quelle orizzontali. La differenza tra le due lenti equivale alla differenza di sforzo accomodativo necessario ai due occhi.

L'optometrista ha il compito di determinare l'addizione utile al soggetto presbite e di spiegargli come e quando usare l'occhiale per vicino, tenendo presente che le prime volte che lo utilizzerà avrà una visione diversa rispetto a quella a cui era abituato.

I diversi metodi non devono portare a diversi risultati per questo l'esaminatore deciderà quale utilizzare in base alle esigenze del soggetto. E' molto importante, inoltre, non prescrivere addizioni con valori superiori a 0,75 – 1,25 D perché risulterebbero troppo forti provocando disturbi alla convergenza.²⁵

L'occhiale del presbite, come facile da intuire, avrà un potere tale da permettere una messa a fuoco solo in vicinanza e quindi se si prova a guardare attraverso esso per lontano si osserverà un paesaggio sfocato, ecco perché chi lo utilizza per leggere o svolgere abituali attività da vicino lo tiene sulla punta del naso. Per questo motivo la montatura che si consiglia per un occhiale deputato alla visione a distanza ravvicinata non è mai troppo alta, proprio al fine di non imbattersi in un paesaggio sfocato quando si alza lo sguardo.

Un ottimo compromesso per la correzione di difetti per lontano e la visione nitida a distanza ravvicinata è l'occhiale progressivo, oggi consigliato e venduto in quantità elevate. Questa lente ha la proprietà di avere in un unico occhiale la possibilità di vedere bene a qualsiasi distanza.

²⁵ Dispense corso optometria. Carelli unina

Conclusione

Il sistema visivo subisce uno sviluppo continuo nel corso della vita, questo è influenzato da fattori genetici, ambientali, maturativi e necessita di stimoli visivi adeguati.

Ad ogni fascia di età corrisponde un cambiamento oculare, il quale esordisce sin dalla nascita ed evolve fino all'età adolescenziale in cui si verificano i maggiori sviluppi oculari.

Inizialmente l'apparato visivo riesce a mettere a fuoco solo oggetti vicini per poi aumentare col tempo la distanza della messa a fuoco, anche la parte neurologica ci mette qualche mese a raggiungere la piena capacità di ricevere, elaborare ed interpretare le informazioni visive provenienti dall'occhio.

Approssimativamente dopo i 40 anni l'occhio subisce delle modifiche, le quali si registrano soprattutto a livello accomodativo. Il sistema visivo, difatti, non è più in grado di mettere a fuoco alle diverse distanze osservate per cui vi è la necessità di supportare la vista con un occhiale quando si guarda a distanza prossimale.

Bibliografia

Buoni A. "L'occhio e la visione" p45. Optikon

Dispense corso optometria. Carelli unina

Rossetti A; Gheller P. "Manuale di optometria e contattologia" pp5,Zanichelli editore,2003

A.Magli, R.Carelli Oftalmologia pediatrica e strabismo, P. Nucci M.Serafino

P.Nucci, M.Serafino- Oftalmologia pediatrica e strabismo, pp47

Pescosolido N. "L'invecchiamento dell'apparato della visione". Fabiano gruppo editoriale

Sitografia

<https://www.amedeolucente.it/meccanismo-della-visione.html>

<http://server1.fisica.unige.it/~tuccio/SSIS/visione.html>

<http://www.centrofeldenkraiscsm.it/problematiche/occhio1.htm>

<http://www.sconfini.eu/attualita/54-approfondimenti/3757-sviluppo-visivo-dei-bambini-l-occhio-e-programmato-per-apprendere.html>

<https://coopervision.it/tutto-sulle-lenti-a-contatto/la-vista-nei-bambini>

<https://www.pianetamamma.it/il-bambino/sviluppo-e-crescita/colore-degli-occhi-del-bambino-quando-si-definisce.html>

http://www.otticamaffiolettibergamo.it/files/files_publicazioni/00047.pdf

<https://blog.ciaroni.it/perché-la-miopia-non-si-ferma>

<https://www.fielmann.it/it/informazioni-general/difetti-della-vista/ipermetropia/>

<http://www.percezionevisiva.com/lac-per-adolescenza/>

<http://oculistainfo.blogspot.com/2009/02/la-vista-nelle-ta-adulta.html>

L'estate di quattro anni fa mi sono ritrovata, dopo il diploma, a dover decidere cosa fare nel mio futuro. A soli 19 anni si è ancora troppo giovani per capire davvero quale sia la strada giusta ma il destino mi ha portato ad intraprendere uno dei percorsi più belli che abbia mai fatto.

Non nascondo che la paura di non farcela ha attraversato la mia mente più volte ma alla fine grazie alla mia forza di volontà e alla mia determinazione ho creduto in me ed ora mi ritrovo qui a festeggiare la mia laurea!

Ho iniziato questo percorso sola e con tanta paura ma per fortuna ho incontrato persone fantastiche senza le quale non saprei come avrei fatto.

La mia prima scoperta è stata Chiara, oggi un' amica di cui non saprei fare a meno, mi ha saputo incoraggiare quando ce n'era il bisogno, senza di lei tutto sarebbe stato diverso. Devo ringraziarla perché mi è sempre stata vicina, mi ha dato consigli preziosi ed è stata un faro in questi tre anni. Ricorderò le nostre interminabili videochiamate, i suoi richiami quando non mi andava di studiare, le nostre chiamate di prima mattina per sapere dove ci trovavamo.

Poi c'è Carla, la positività fatta persona, lei che con i suoi modi strani di parlare ed il suo sorriso a 32 denti mi ha insegnato che non bisogna prendersi mai troppo sul serio.

Infine Rossella, la bontà fatta persona, la parola di incoraggiamento nei momenti di sconforto, in lei si racchiude tutta la dolcezza di questo mondo.

Amiche mie se questi tre anni sono volati è solo grazie a voi, non dimenticherò mai le nostre risate, quelle che non riuscivamo a trattenere durante le lezioni, le prese in giro con i nomignoli a chi ci era antipatico, le pause pranzo e tanto altro.

Devo ringraziare, poi, le persone che hanno sempre creduto in me, in primis mia madre, complice e confidente di vita. Lei è quella che mi ha visto felice per i risultati raggiunti e triste quando le cose non andavano come volevo ma sempre e comunque orgogliosa di me, lei che darebbe la vita per me, lei che trasmette amore senza neppure accorgersene, è proprio vero "CHI TEN A MAMM E' RICC E NUN O SAP"!!

Poi mio padre che seppur di poche parole e pochi complimenti col suo sguardo riesce a comunicarmi più di quanto potesse farlo a voce. Lui è il mio punto di riferimento, il mio porto sicuro, la mia metà!

Inoltre devo ringraziare mio fratello Vincenzo, al quale mi lega un sentimento di forte affetto. Lui è sempre stato una fonte di grande ammirazione per me perché è riuscito a raggiungere tutti i suoi più grandi obiettivi con serietà ed umiltà. Sei stato un compagno di giochi perfetto quando eravamo piccoli e continui ad essere una grande compagnia ora che siamo grandi perché so che su di te potrò sempre contare. Sei il dono più grande che mamma e papà potessero regalarmi!

Inoltre devo ringraziare mio fratello perché mi ha dato l'opportunità di avere una cognata speciale, Marika, la quale posso considerarla ormai una sorella. La sua dolcezza, la sua comprensione e la sua gentilezza non sono mai mancati nei miei riguardi, mi sa ascoltare come forse nessuna sa fare e soprattutto consigliare.

Poi c'è Valeria, molto più di una semplice amica. Il nostro legame non può essere spiegato perché va oltre tutto..

Le nostre mamme ci hanno regalato questo dono prezioso di essere sorelle anche se non abbiamo lo stesso sangue. Grazie perché hai vissuto con me ogni passo verso questa laurea. Ti voglio bene anche se non te lo dico mai!!

Tra le persone importanti della mia vita e che mi sono vicine sempre c'è un' amica speciale: Nunzia, la mia gemella! Devo ringraziarti perché sei quell'amica di cui tutti avrebbero bisogno, quella che non ti giudica mai, quella che vuole solo il tuo bene! Tante volte sembra impossibile ma anche quelle amicizie che nascono tra i banchi di scuola possono durare per sempre.

Inoltre devo ringraziare la mia grande famiglia fatta di tanti zii, cugini di sangue e quelli acquisiti. Grazie perché senza di voi la mia vita non sarebbe la stessa, siete una grande ricchezza!

Un grazie immenso va al mio fidanzato Vincenzo, la persona che mi ha sopportato e supportato più di tutti, quella che ha subito tutte le mie ansie e ha cercato di spegnerle assicurandomi che tutto andasse bene. Sei stato fondamentale per me, non solo in questi tre anni universitari ma in ogni situazione perché hai sempre capito tutto di me anche prima che ne parlassi. Come dico sempre "Ogni mio traguardo è anche il tuo !"

Infine il mio pensiero, in un giorno così speciale, vola verso il cielo per raggiungere i miei nonni che spero mi guardino sempre con soddisfazione e amore come facevano una volta.

