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*

# Il Plusoptix: potenzialità diagnostiche di uno strumento refrattivo per bambini autistici.

**Relatori:**
Prof. Antonio Del Prete

**Candidato:**
Sabrina Amadore
Matricola M44000655

A.A. 2020/2021

*A mia Mamma, mia costante fonte di Vita e Luce.*

*Al mio Papà, mia imparagonabile Ricchezza.*

*A mio fratello, mio braccio destro.*

*E a me stessa, per tutte le volte in cui credo di non farcela,*

*ma poi ce la faccio sempre.*

# ***INDICE***

**INTRODUZIONE**……..4

**CAPITOLO 1- L'AUTISMO**……5

1.1 Cos'è l'autismo…….……..5
1.2 I sintomi…….……6
1.3 Le cause…….……6

**CAPITOLO 2- LO STRUMENTO PLUSOPTIX**……..9

1.1 Caratteristiche……9
1.2 Funzionalità……....10
1.3 Test di transilluminazione……..13

**CAPITOLO 3- FASE SPERIMENTALE**……16

1.1 Criteri d'inclusione……16
1.2 Movimenti oculari……..16
1.3 Programmazione dei movimenti saccadici……19
1.4 Rilevazione dati……..22

**CAPITOLO 4- PERCEZIONE VISIVA NEL DISTURBO DELLO SPETTRO AUTISTICO**……...24

1.1 Il progresso visuo-percettivo……..24
1.2 Visione del mondo dagli occhi degli autistici……25

**CONCLUSIONI**……28

**BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA**…….……29

**RINGRAZIAMENTI**……30

# ***Introduzione***

L'idea di questa tesi è dettata dall'interesse di riuscire ad effettuare un esame refrattivo in persone con cui non è possibile eseguire una misurazione soggettiva, ed è frutto di un'esperienza svolta in un centro riabilitativo di Napoli che riguarda la trattazione multisistemica per l'autismo.

In particolare, è stata sviluppata nei confronti di bambini affetti da "Disturbi dello spettro autistico", i quali, hanno difficoltà ad elaborare correttamente le informazioni del mondo esterno. Questa sindrome incide sul comportamento, l'interazione sociale e la comunicazione da parte del soggetto, e si tratta di un disturbo che può incidere gravemente sul tenore di vita del soggetto, e rientra nella classificazione dei "disturbi pervasivi dello sviluppo". Il fenomeno, sarebbe generato dalla debole tendenza ad integrare le parti di uno stimoli, o degli stimoli, e il loro contesto, e provoca isolamento affettivo e incapacità a rapportarsi con gli altri. [8]

Lo studio è stato effettuato mediante l'ausilio di uno strumento, il Plusoptix, un autorefrattometro pediatrico binoculare mobile. Attraverso il quale è possibile misurare contemporaneamente sfera, cilindro, asse, direzione dello sguardo e diametro pupillare di entrambi gli occhi a pupilla stretta, quindi, binocularmente in miosi. E inoltre, da tali valori rilevati, vengono anche calcolate simmetria dello sguardo e distanza interpupillare. [13]

Tale elaborato è articolato in quattro parti. Nella prima è fornita una panoramica generale sulla sindrome autistica, riassumendone i principali sintomi e cause; il secondo capitolo, è incentrato sulla descrizione delle caratteristiche del Plusoptix e della sua funzionalità; per quanto concerne il terzo capitolo, è basato sull'esposizione del progetto sperimentale di misurazione della vista ai bambini autistici del centro, eseguito con il dispositivo Plusoptix; e infine la quarta ed ultima parte di tale contributo, riguarda la percezione visiva e le ricerche più recenti riguardanti i disturbi visuo-percettivi dello spettro autistico, che nonostante siano considerate straordinarie abilità percettive, non sempre sono idonee alla vita quotidiana.

# *CAPITOLO 1*

## *L'autismo*

### *1.1 Che cos'è l'autismo*

La scoperta dell'autismo è relativamente recente. Negli anni '30 del secolo scorso Kanner e Asperger, rispettivamente uno psichiatra infantile e un pediatra, descrivono per la prima volta questo disturbo, che fino a quel momento era stato confuso con altre malattie mentali, tanto che i bambini che allora ne erano affetti, finivano in manicomi, dove trascorrevano una vita di sofferenza e di abbandono. Negli anni '50 circa, si cominciò a prendere coscienza della diffusione e della gravità di questo disturbo, e di conseguenza, iniziarono le prime ricerche sulle cause dell'autismo e sulle prime terapie. Si tratta di ricerche che ancora oggi non sono terminate; difatti, ad oggi è possibile individuare l'autismo, però per quanto riguarda le cause, si conosce poco e non sappiamo ancora se è possibile prevenirlo, né se esiste una terapia risolutiva.

La parola autismo deriva dal greco, e il suo significato letterale è "stare soli con sè stessi", si tratta di un disturbo che non è definito con certezza, per questo è anche definito come "disturbo dello spettro autistico" o "ASD", acronimo inglese di Autism Spectrum Disorder. È considerato un disordine neuropsichico infantile, un insieme di alterazioni dello sviluppo cerebrale che possono comportare gravi problemi nelle capacità di comunicare, di entrare in relazione con le persone e di adattarsi all'ambiente. I bambini con disturbi dello spettro autistico, inoltre, presentano spesso una percezione sensoriale modificata e difficoltà di linguaggio; i sintomi possono essere variabili e possono presentarsi in maniera diversa da soggetto a soggetto, tanto che si può dire che ogni bambino autistico è un caso a sé. [8]

Secondo i dati dell'Osservatorio Nazionale per il monitoraggio dei disturbi dello spettro autistico, in Italia 1 bambino su 77, in un'età compresa tra i 7 e i 9 anni, presenta un disturbo dello spettro autistico, con prevalenza maggiore nei maschi, che, sono colpiti 4,4 volte in più rispetto alle femmine. [9]

## *1.2 I sintomi*

La sindrome autistica è caratterizzata da difficoltà interattive e comunicative, e i sintomi iniziali compaiono già nella prima infanzia, cioè intorno al 2°-3° anno di vita. Il disturbo copre una vasta gamma di sintomi, livelli di abilità e disabilità, che come già accennato, varia da individuo ad individuo, e possono influire o meno nell'autonomia quotidiana di vita.

Schematicamente possiamo dividere le diverse manifestazioni dello spettro autistico in:

-autismo ad alto funzionamento: che riguarda soggetti capaci di comunicare verbalmente e dotati di un'intelligenza normale o addirittura superiore, tanto da avere a volte straordinarie abilità in molti campi;

-autismo a basso funzionamento: che interessa invece, soggetti che non sono capaci di usare un linguaggio appropriato e hanno capacità mentali insufficienti.

I segni tipici della sindrome, più o meno presenti e accentuati a seconda dei singoli bambini, riguardano svariate aree, come: la difficoltà nella comunicazione o nell'interazione sociale, disagio in comprensione del pensiero altrui e ad esprimersi con parole attraverso la gestualità o con l'utilizzo dei movimenti facciali. Inoltre, il 30% circa dei soggetti autistici presentano un'evidente disabilità intellettiva ed è possibile riscontrare anche un'ipersensibilizzazione nei confronti di rumori e suoni, e movimenti del corpo ripetitivi o stereotipati, come dondolio, autostimolazione o battito di mani. Si può notare, in più, un attaccamento agli oggetti, resistenza al cambiamento nella loro routine, o comportamento aggressivo o autolesionista. Mentre, il potenziale cognitivo, la memoria, le capacità di calcolo, le abilità musicali e matematiche possono essere incredibilmente sviluppati in alcuni soggetti affetti da disturbo dello spettro autistico.

Bisogna dire che, i tratti appena citati, in assenza di un trattamento, sono destinati a peggiorare con la crescita; perciò, i sintomi dell'autismo nell'adulto possono essere ancora più problematici. [8]

## *1.2 Le cause*

Le cause del disturbo autistico sono ancora in buona parte sconosciute. Quello di cui attualmente siamo a conoscenza è che si tratta di un patologia psichiatrica con un'importante componente genetica: per i genitori che hanno già avuto un figlio

autistico, il rischio di averne un altro con la stessa patologia è di 20 volte maggiore rispetto alla popolazione comune. Per questo motivo la ricerca scientifica si è orientata soprattutto verso i fattori genetici e si è focalizzata sullo studio del cervello mediante il "neuroimaging", una tecnica in grado di misurare il metabolismo cerebrale, per analizzare la relazione tra l'attività di determinate aree cerebrali e specifiche funzioni cerebrali.

Essendo lo spettro autistico caratterizzato da una forte eterogeneità, con sintomi e disfunzioni a livello neurologico di diversa gravità e impatto, ad oggi si pensa che all'origine dei disturbi dell'autismo ci siano proprio anomalie dei neuroni, le cellule nervose del cervello, e delle connessioni tra gli stessi. Difatti, proprio recentemente, nell'ottobre 2021, ricercatori dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) e dell'Università di Pisa, hanno individuato una forma di autismo causata da una specifica alterazione neuronale: caratterizzata dalla presenza di un eccessivo numero di sinapsi nelle corteccia cerebrale.

Nello specifico, i ricercatori hanno individuato una disfunzione che riguarda i neuroni di un'area cerebrale deputata alla comunicazione, i quali presentano un eccessivo numero di sinapsi, ovvero quelle microscopiche protuberanze che servono per inviare e ricevere segnali tra neuroni. Attraverso l'osservazione di topi tramite risonanza magnetica, è stato possibile vedere che quest'alterazione è associata ad un malfunzionamento del meccanismo molecolare della proteina mTOR, responsabile della regolazione e produzione di sinapsi, e potenziale target per trattamenti farmacologici. A conferma del ruolo chiave di questa proteina, i ricercatori hanno dimostrato che quando la sua attività viene inibita farmacologicamente, il numero di sinapsi ritorna a livelli fisiologici, ristabilendo completamente la corretta funzionalità dei circuiti coinvolti.

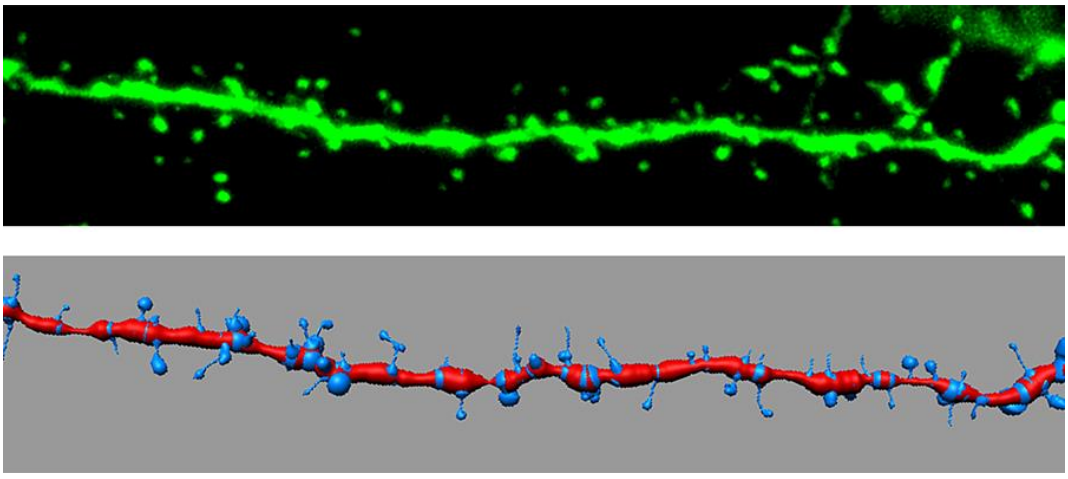


Figura 1: viene mostrata la porzione di un neurone con le sinapsi evidenziate con fluorescenza verde, e di seguito la corrispondente ricostruzione tridimensionale che ha permesso agli studiosi di quantificare il numero si sinapsi nelle aree con iperattività neuronale

Quindi, in seguito a questi risultati, i ricercatori sono riusciti a fare un ulteriore passo avanti e identificare fra chi è affetto da disturbi dello spettro autistico, coloro che hanno questa specifica forma; e questo scopo, hanno confrontato i loro dati con quelli di risonanze magnetiche cerebrali di persone con autismo. Mediante l'uso di sistemi di intelligenza artificiale, il confronto ha evidenziato in un sottogruppo di pazienti disfunzioni di connettività cerebrale simili a quelle riscontrate nei modelli dei topi e contemporaneamente analisi genetiche hanno rilevato un'anomalia della proteina mTOR.

"Questo lavoro rappresenta una tessera importante per decodificare il mosaico rappresentato dall'autismo, che è appunto un insieme eterogeneo di disturbi e cause. La sfida è identificare tutti i tasselli del mosaico mancanti, così da permettere la futura messa appunto di terapie di precisione mirate a specifici sottotipi di autismo." - è quanto dichiara Alessandro Gozzi, ricercatore coinvolto in questo studio e Coordinatore del Centro di Neuroscienze e Sistemi Cognitivi di IIT.

Le complesse reti di neuroni che compongono il nostro cervello si formano e si sviluppano durante la vita fetale, e continuano fino all'età adulta. Lo sviluppo continua, anche se non attivamente, per tutta la vita, ma la struttura di base non cambia più dopo la nascita. Poiché è questa struttura ad essere danneggiata nei soggetti autistici, si ipotizza che la causa del danno sia dovuta, oltre ad una combinazione di fattori genetici, a danni congeniti che hanno agito prima della nascita. [12]

Viceversa, non ci sono prove dell'influenza di fattori esterni intervenuti dopo la nascita: vaccinazioni, alimentazione, assunzione di sostanze tossiche, interazione con i genitori. [8]

# *CAPITOLO 2*

## *Lo strumento Plusoptix*

### *1.1 Caratterstiche*

Dal 2001 Plusoptix sviluppa, produce e commercializza dispositivi portatili di fotorefrazione binoculare, presso la sede centrale dell'azienda a Norimberga, in Germania. Attraverso i partner di vendita, i dispositivi dell'azienda sono disponibili in oltre 0 paesi in tutto il mondo.

L'autorefrattometro Plusoptix è stato studiato appositamente per effettuare lo screening dei difetti refrattivi in età preverbale, difatti, è utilizzato soprattutto per visitare bimbi dai 6 mesi in poi o poco collaboranti. Consente di effettuare la misurazione a distanza di un metro, quindi è assolutamente una metodica non a contatto, ed effettua una misurazione di entrambi gli occhi contemporaneamente, in modo da consentire l'individuazione di un'eventuale ambliopia. Lo strumento permette di rilevare valori sferici e cilindrici da -7 a +5 dpt con incrementi da 0,25 dpt ± 0,25 dpt, l'asse di riferimento è TABO e va da 1° a 180° con incrementi da 1° a ± 15°, per quanto riguarda il diametro pupillare, registra valori da 3 a 8 mm con incrementi da 0,1 a ± 5%, l'asimmetria dello sguardo va dai 0° ai 25° con incrementi da 0.1° ± 5%, e infine, la distanza interpupillare, viene misurata dai 25 agli 85 mm con incrementi che possono andare da 0,1 mm a ± 5%. [13]

Come già anticipato, con un esame binoculare della rifrazione è possibile riconoscere in modo sicuro le anisometropie sferiche anche in miosi, poiché la differenza di rifrazione tra gli occhi rimane costante, nonostante l'accomodazione. La misura di quest'ultima, può essere determinata in una seconda misurazione con lenti correttive da +3dpt; se i valori sferici di misurazione variano di -3dpt, il paziente non ha accomodato durante la prima misurazione. Mentre invece, tutti gli altri valori (sfera, cilindro, asse, direzione di sguardo e diametro della pupilla) non sono influenzati dall'accomodazione e possono quindi essere determinati con precisione già al momento della prima misurazione in miosi.

Dal punto di vista dei pazienti, non si può vedere nient'altro che il bersaglio di fissazione, di solito una faccina sorridente; in generale, gli apparecchi Plusoptix misurano senza spiacevoli e lampeggianti bersagli di fissazione, e le immagini della

fotocamera per determinare i valori misurati, sono illuminate con luce infrarossa innocua e invisibile. La misurazione viene effettuata in pochi secondi, e permette di determinare il diametro, la luminosità pupillare e la direzione dello sguardo. Da questi valori, è possibile calcolare l'asimmetria dello sguardo, la distanza pupillare e l'inclinazione della testa. In aggiunta, dato che gli occhi sono misurati contemporaneamente, i valori misurati dell'occhio destro e dell'occhio sinistro possono essere confrontati tra loro e le differenze laterali possono essere valutate oggettivamente. [13]

Figura 2: autorefrattometro Plusoptix dal punto di vista del paziente.

## *1.2 Funzionalità*

Gli strumenti Plusoptix sono dotati di un facile funzionamento con un solo pulsante, e come già detto, la misurazione viene eseguita da 1 m di distanza. Una serie di luci e suoni attirano l'attenzione del soggetto e in pochi istanti si riesce a determinare il difetto refrattivo, il diametro pupillare, la presenza e la "centratura" dei riflessi corneali, utile per stabilire la presenza di uno strabismo, e la presenza e simmetria del riflesso rosso del fondo, utile per sospettare la presenza di anomalie retiniche: retinoblastoma, retinopatia, ecc. [13]

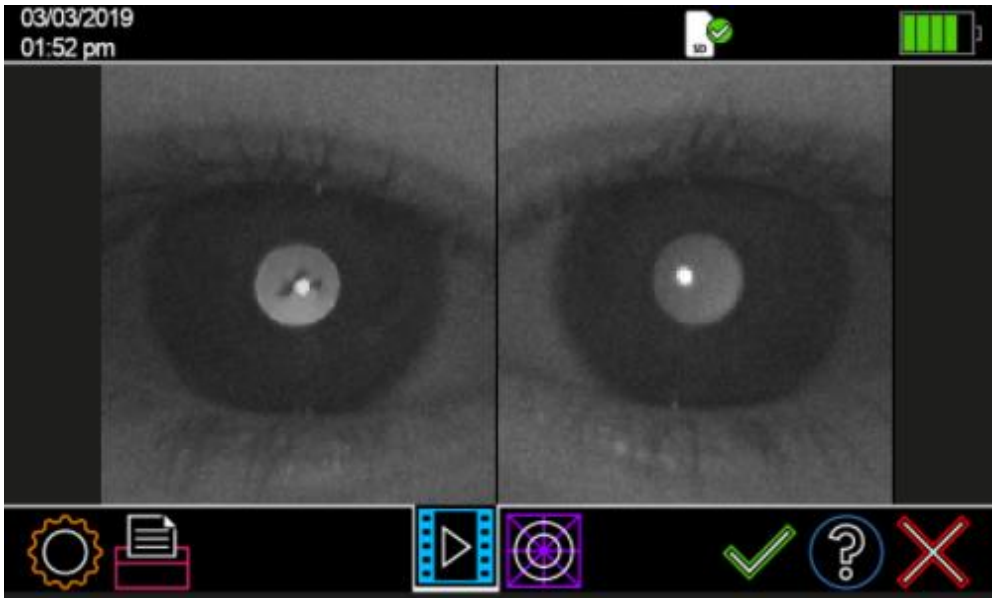



Figura 3: zoom dell'illuminazione della pupilla.

Tutti i dispositivi di misurazione Plusoptix scattano prima una foto degli occhi, e successivamente i valori di misurazione vengono determinati automaticamente in base a queste immagini. Possiamo dire che quindi, buone immagini sono la chiave per una misurazione precisa.

Una buona immagine degli occhi può essere influenzata da vari fattori:

-concentrazione sulla fotocamera

per evitare misurazioni errate nella periferia di un occhio, l'occhio deve essere allineato con la fotocamera. L'allineamento dell'occhio è riconosciuto in base alla posizione del riflesso corneale (1° riflesso di Purkinje, classe di neuroni situata nella corteccia cerebellare, sono neuroni inibitori che regolano i movimenti complessi e coordinati, impedendo un movimento troppo brusco) nell'immagine della fotocamera. Il Plusoptix controlla automaticamente se questo riflesso corneale è centrale (all'interno del cerchio interno della mappa dello sguardo). E se l'occhio non è allineato con la fotocamera, l'immagine viene scartata e vengono registrate ulteriori immagini fino a quando il paziente non si concentra sulla fotocamera. [13]

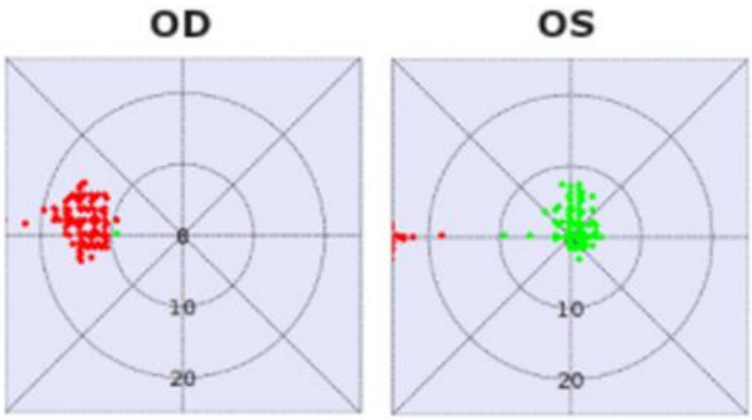



Figura 4: mappa visiva del paziente. I punti in rosso indicano che l'occhio non è allineato con la fotocamera, possibile indice di strabismo.

-illuminazione

i valori di misurazione corretti non possono essere determinati in un'immagine degli occhi sovraesposta o sottoesposta, poiché, ogni occhio riflette la luce incidente in diversi gradi, a seconda della pigmentazione della retina. Inoltre, questi dispositivi controllano la luminosità delle pupille: se sono troppo chiare o scure, i LED vengono regolati automaticamente, in modo che gli occhi siano illuminati in modo ottimale a seconda della pigmentazione.

-mantenimento della giusta distanza di misura

valori misurati affidabili si basano su una distanza di misura specifica. Se non si osserva la distanza di misura corretta, aumenta la tolleranza dei valori misurati.

Per questo motivo tali dispositivi supportano l'utente nel mantenere la giusta distanza di misurazione, e solo le immagini con la distanza di misura corretta vengono utilizzate automaticamente per determinare i valori misurati. [13]

## 1.3 *Test di transilluminazione*

Il principio di misurazione di Plusoptix si basa sul test di transilluminazione, e a differenza di altri test di transilluminazione, gli autorefrattometri binocuulari Plusoptix evitano l'abbagliamento del paziente, utilizzando la luce infrarossa. Le pupille rimangono grandi anche senza dilatazione, e questo permette un migliore esame visivo.

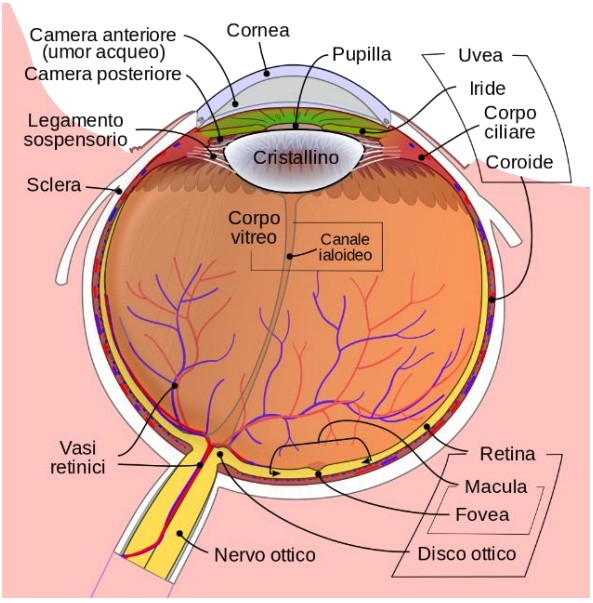
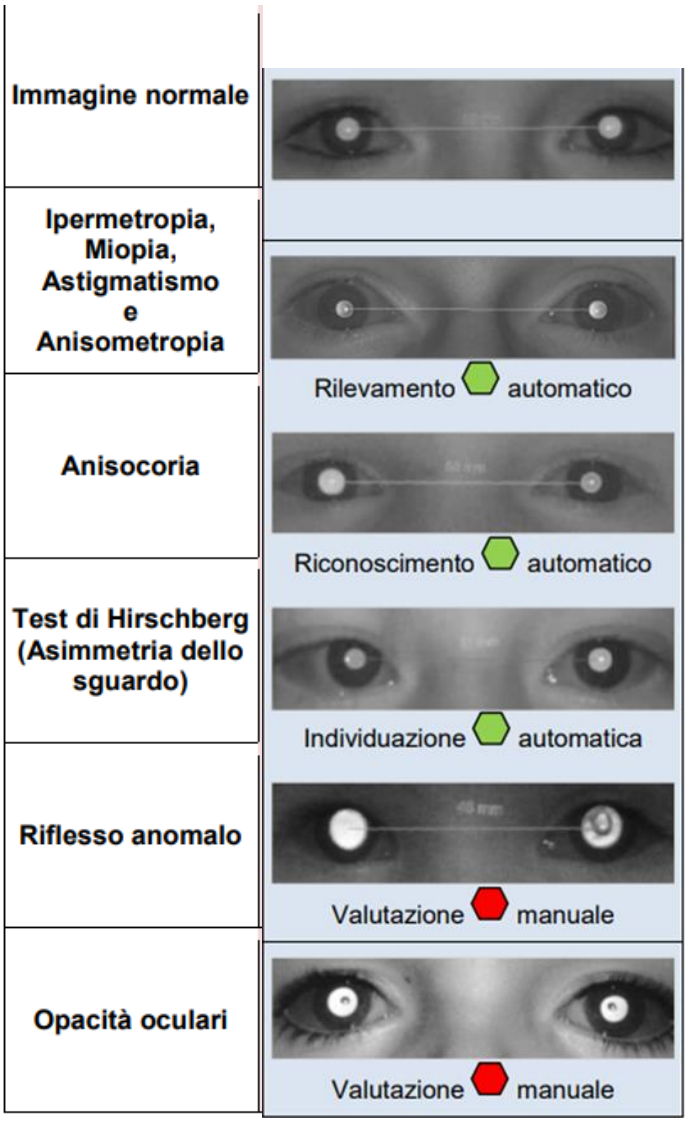



Figura 5: struttura interna dell'occhio

In questo test viene proiettato un raggio di luce nell'occhio, che viene riflesso dalla retina. Il raggio di luce rende trasparente, ovvero illumina, la parte centrale della cornea, del cristallino, del vitreo e della retina. Questo principio di misurazione viene utilizzato in molti esami della vista. Diversamente da altri strumenti utilizzati per questo test però, il dispositivo Plusoptix utilizza luce ad infrarossi, che elimina l'abbagliamento del paziente, e anche senza l'uso del collirio midiatrico le pupille rimangono grandi. In particolare, le immagini fotografiche registrate consentono di controllare se sussistono riflessi retinici anomali oppure opacità oculari. [13]




-Riconoscimento automatico: Plusoptix analizza l'immagine e fornisce automaticamente valori di misurazione di sfera, cilindro, asse, dimensione pupille, asimmetria dello sguardo e distanza tra le pupille.

-Valutazione manuale: Per riconoscere un riflesso anomalo o un'opacità oculare, l'oculista deve controllare l'immagine fornita da Plusoptix e documentarne manualmente le osservazioni.

Nella luca infrarossa le pupille rimangono grandi anche senza dilatazione, ed è possibile vedere le opacità centrali e periferiche; per evidenziare i mezzi trasparenti vi è l'illuminazione uniforme dell'intera pupilla; per i riflessi anomali si notano ombre amorfe all'interno o sul bordo della pupilla; e per quanto riguarda l'opacità dei mezzi, anch'essa è caratterizzata da ombre all'interno o sul bordo della pupilla.

Una volta effettuata la misurazione, il dispositivo fornisce inoltre, al paziente, sottoforma di un chiaro protocollo di misurazione, i risultati di quest'ultima. [13]

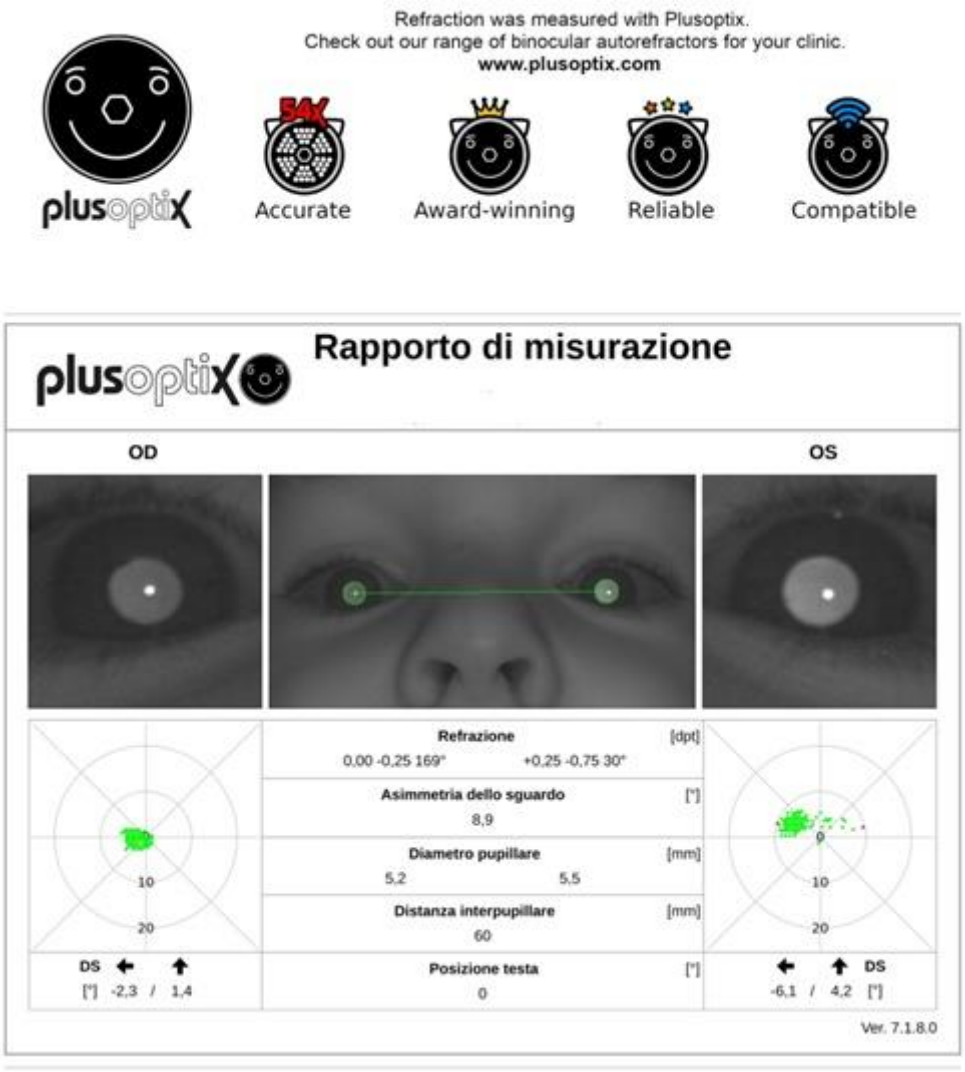



Figura 7: esempio di prescrizione fornita dallo strumento.

# *CAPITOLO 3*

## *Fase sperimentale*

## *1.1 Criteri d'inclusione*

Nel percorso che ho intrapreso, abbiamo esaminato presso un Centro riabilitativo di Napoli, 21 bambini di età compresa tra i 6 e i 21 anni, effettuando una misurazione della vista, mediante appunto, il sussidio di Plusoptix e in condizioni mesopiche.

Si tratta di uno studio innovativo che non è mai stato attuato, nonostante il Plusoptix risulti una soluzione affidabile e plausibile, ed è molto complicato, se non impossibile, effettuare un esame visivo per soggetti autistici, che come già descritto prima, presentano comportamenti tali che, non permettono un riscontro soggettivo e non riescono a partecipare attivamente ad un esame visivo. Ogni bambino analizzato, presentava una diversa entità di autismo, e di conseguenza in alcuni casi è stato più facile eseguire l'esame, mentre invece, in altri abbiamo riscontrato più difficoltà. Questo perché molti spostavano continuamente la testa e lo sguardo, compiendo numerosi movimenti saccadici; certi risultavano essere infastiditi dal suono emesso dallo strumento; e parecchi non riuscivano a tenere lo sguardo fisso sulla fotocamera del dispositivo, effettuando microsaccadi, perché tendevano a distrarsi costantemente.

Lo svolgimento del test è stato però agevolato grazie alla collaborazione dei tutor del centro, che conoscendo i bambini, hanno saputo intrattenerli e rendere possibile il compimento della valutazione refrattiva. L'esecuzione del test è stata autorizzata dagli stessi, dalla direzione della struttura e facendo inoltre, firmare un consenso da parte dei genitori dei pazienti.

## *1.2 Movimenti Oculari*

Il movimento degli occhi contribuisce ad avere una visione nitida, poiché ci aiuta a focalizzare e migliorare la nostra percezione. Esso ha lo scopo di spostare lo sguardo su oggetti diversi, e mantenere, sempre quest'ultimo, su questi oggetti per il tempo necessario.

Gli spostamenti dello sguardo influiscono sulla possibilità di elaborazione delle informazioni, che avviene sulla fovea, in cui ha luogo l'analisi più dettagliata degli

stimoli visivi. Prendono parte al processo di spostamento dello sguardo, i 6 muscoli extraoculari: il retto superiore che determina l'innalzamento e l'adduzione dell'occhio, con movimento intrarotazionale, il retto inferiore che determina l'abbassamento e l'abduzione, con movimento extrarotazionale, il retto mediale che definisce un'adduzione del bulbo, il retto laterale un'abduzione, e infine, ci sono l'obliquo superiore e l'obliquo inferiore, che con la loro contrazione determinano rispettivamente, l'abbassamento e l'abduzione con extrarotazione, e l'innalzamento e l'abduzione con extrarotazione dell'occhio.

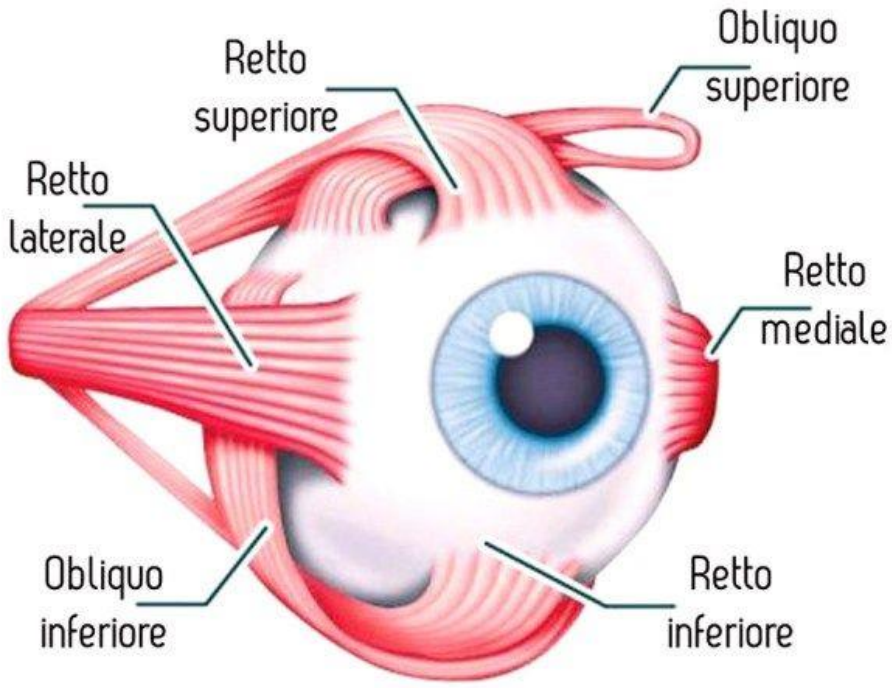



Figura 8: rappresentazione dei muscoli estrinseci dell'occhio

Esistono vari movimenti oculari, e sono riconoscibili come:

1. Riflesso vestibolo oculare- che è un movimento involontario degli occhi, e compensa i movimenti della testa, consentendo di mantenere l'immagine sulla fovea durante proprio una rotazione del capo, facendo muovere gli occhi in direzione opposta;
2. Riflesso optocinetico- fortemente legato al precedente, di cui ne perfeziona i movimenti. Esso interviene quando vengono compiuti ampi movimenti della testa e in base alla velocità di traslazione dell'immagine sulla retina, viene

prodotto un movimento degli occhi nella stessa direzione e con la stessa velocità;

3. Movimento di vergenza- è un tipo di movimento volontario che permette di convergere lo sguardo sul punto di fissazione, più vicino è il punto di fissazione e maggiore sarà il movimento di vergenza;
4. Movimento di inseguimento lento- anch'esso volontario, si osserva soltanto in presenza di stimoli in movimento nel campo visivo, permette di "inseguire" appunto, oggetti che si muovono "lentamente" ed è in grado di stabilizzare l'oggetto in movimento catturandone i dettagli;
5. Movimento saccadico- è il più frequente dell'occhio e consiste in un rapido movimento, eseguito per portare la zona di interesse a coincidere con la fovea. È spesso necessaria una saccade secondaria per raggiungere il bersaglio, ed è inoltre, una capacità presente sin dalla nascita, che agisce anche al buio e non è controllabile durante lo svolgimento (balistico).

Durante l'esplorazione visiva di un'oggetto, si alternano velocemente saccadi e fissazioni, della durata di circa 300 ms, durante le quali è possibile acquisire informazioni.

Mettendo a confronto i movimenti saccadici e di inseguimento lento, è possibile evidenziare una differenza principale, che durante una saccade, il sistema visivo non acquisisce informazioni, al contrario, ciò avviene nei movimenti di inseguimento lento, questo fenomeno è riconosciuto come "soppressione saccadica".

Oltre a quanto già detto, è effettuabile una classificazione tra movimenti che portano lo sguardo su un oggetto, le saccadi, e movimenti che mantengono lo sguardo su un oggetto, riflesso vetibolo-oculare, riflesso optocinetico, movimento di vergenza e di inseguimento lento.

Ulteriore classificazione che è possibile fare, riguarda i movimenti coniugati e non, appartengono a quest'ultimi, soltanto i movimenti di vergenza, mentre sono movimenti coniugati, il riflesso vestibolo-oculare, il riflesso optocinetico, i movimenti di inseguimento lento e i movimenti saccadici. [2]

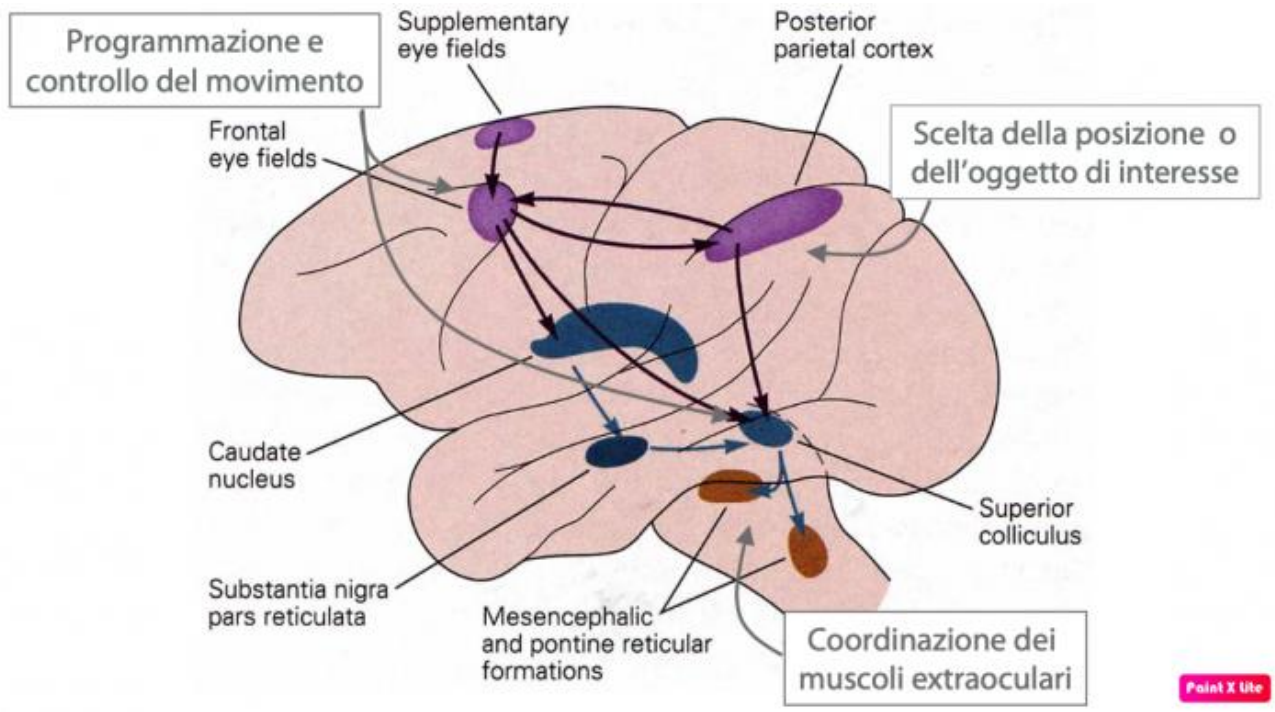



Figura 9: raffigurazione di aree pertinenti ai movimenti oculari.

## *1.3 Programmazione dei movimenti saccadici*

La programmazione di una saccade è un processo di tipo gerarchico, e fanno parte di questo procedimento tre meccanismi:

- quando sarà eseguita la saccade,
- dove sarà eseguita la saccade,
- e cosa sarà la mira della saccade.

Per quanto concerne la latenza di un movimento saccadico, è aumentata dalla presenza di distrazioni assieme allo stimolo dell'oggetto, dal basso contrasto di quest'ultimo, o ancora, se l'oggetto da osservare è posto nel campo visivo periferico. In generale, essa può essere diminuita conoscendo in anticipo la posizione da osservare.

L'acquisizione delle informazioni avviene mediante il collicolo superiore, che riceve informazioni sia dalla retina che dalla corteccia visiva primaria. Ha una posizione tale

che permette di programmare molto velocemente le saccadi e trasforma le afferenze visive in comandi oculomotori.

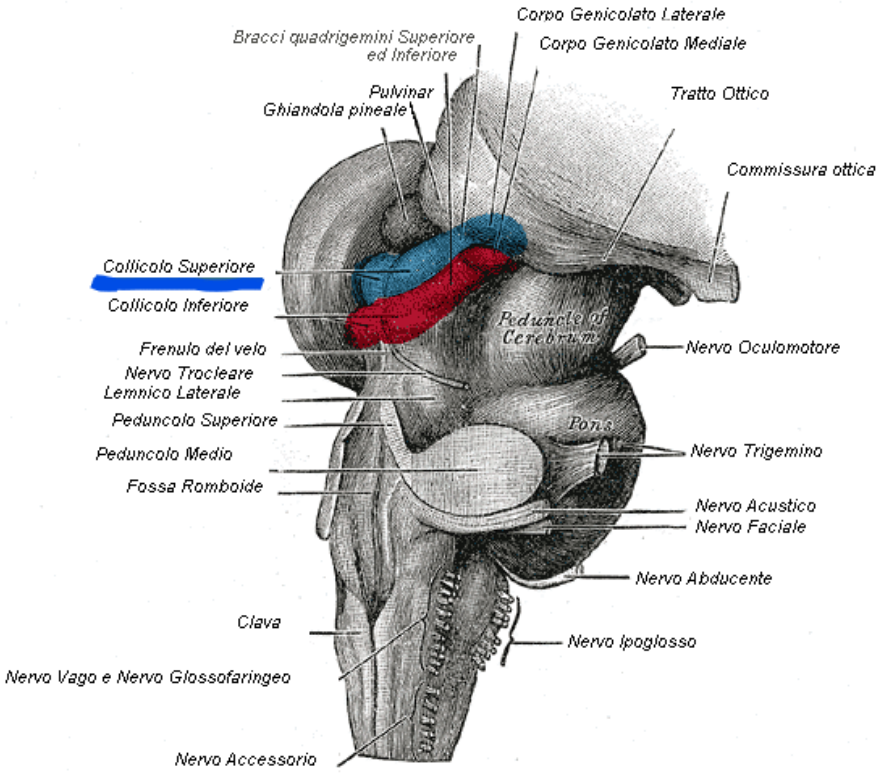



Figura 9: la parte evidenziata in blu indica il collicolo superiore.

Svolgono un ruolo fondamentale anche i campi oculari frontali, che organizzano le saccadi in base ad una mappa spaziotopica, che indica tutte le posizioni verso le quali è possibile compiere una saccade; se i neuroni di quest'area vengono stimolati elettricamente si innescano dei movimenti saccadici diretti a specifiche posizioni del campo visivo.

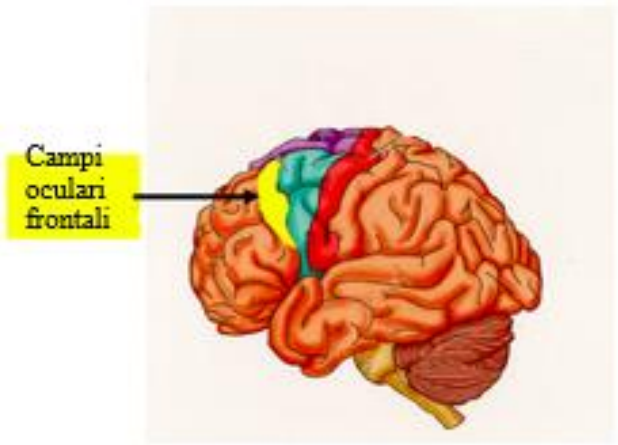



Figura 10: mostra la parte del cervello occupata dai campi oculari frontali (FEF).

In terzo luogo, collabora alla selezione delle zone nello spazio, sulle quali volgere lo sguardo anche la corteccia parietale, che è strettamente legata all'elaborazione degli stimoli. Essa è costituita da neuroni che corrispondono selettivamente agli stimoli visivi che saranno la mira di futuri movimenti saccadici. [2]

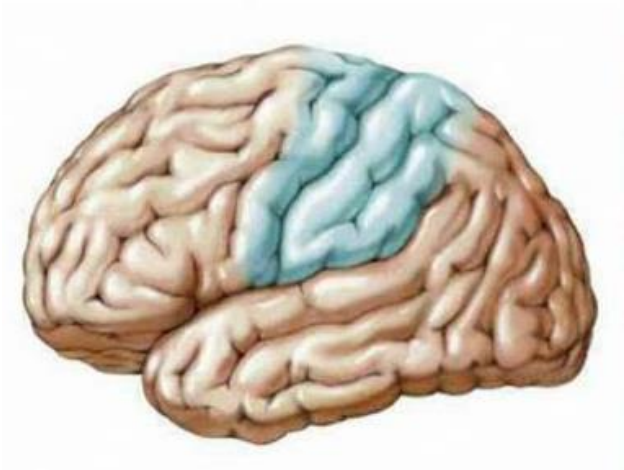


Figura 11: sezione del lobo parietale del cervello.

## *1.4 Rilevazione dati*

Ritornando allo studio effettuato con il Plusoptix, a cui sono stati sottoposti i bambini del centro multisistemico per autismo, la seguente tabella mostra i dati dell'autorefrattometria:

| N° SOGGETTI | ETÀ | OCCHIO DESTRO | | | OCCHIO SINISTRO | | | ASIMMETRIA DELLO SGUARDO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 14 | Sf. +0.50 | Cil 0,00 | Ax. 0 | Sf.+0,50 | Cil. 0,00 | Ax. 0 | 0,9° |
| 2 | 10 | Sf. 0,00 | Cil.-0,75 | Ax.180° | Sf.-0,50 | Cil.-0,75 | Ax. 10° | 1,3° |
| 3 | 11 | Sf. 0,00 | Cil.-0,25 | Ax.150° | Sf.+0,50 | Cil.-0,75 | Ax.170° | 1,5° |
| 4 | 10 | Sf. 0,00 | Cil.-0,50 | Ax. 20° | Sf.+0,50 | Cil.-0,75 | Ax.170° | 2,7° |
| 5 | 17 | Sf. -1,25 | Cil.-2,00 | Ax. 0° | Sf. -0,25 | Cil.-1,50 | Ax. 10° | 2,1° |
| 6 | 8 | Sf. -0,50 | Cil.-0,75 | Ax. 10° | Sf. -0,25 | Cil.-0,75 | Ax.170° | 0,7° |
| 7 | 6 | Sf. 0,00 | Cil.-0,25 | Ax. 95° | Sf.+0,25 | Cil.-0,25 | Ax. 30° | 1,5° |
| 8 | 21 | Sf. -0,50 | Cil.-0,75 | Ax.160° | Sf.-0,25 | Cil.-0,75 | Ax. 15° | 1,5° |
| 9 | 17 | Sf. -0,75 | Cil.-1,50 | Ax.175° | Sf. -0,75 | Cil.-1,75 | Ax. 20° | 4,8° |
| 10 | 9 | Sf. +0,50 | Cil.-0,75 | Ax.15° | Sf.+0,75 | Cil.-0,50 | Ax. 0° | 3,9° |
| 11 | 6 | Sf. +0,75 | Cil.-0,25 | Ax. 25° | Sf.+1,75 | Cil.-0,25 | Ax.110° | 2,0° |
| 12 | 8 | Sf. +0,50 | Cil.-0,50 | Ax.180° | Sf.+1,00 | Cil.-0,50 | Ax. 0° | 5,2° |
| 13 | 7 | Sf. -0,25 | Cil. 0,00 | Ax. 0 | Sf. 0,00 | Cil.-0,25 | Ax.160° | 0,9° |
| 14 | 9 | Sf. +0,25 | Cil.-0,25 | Ax. 20° | Sf.+0,50 | Cil.-0,25 | Ax.125° | 2,0° |
| 15 | 7 | Sf. +1,00 | Cil.-0,50 | Ax.175° | Sf.+1,50 | Cil.-0,25 | Ax.175° | 1,5° |
| 16 | 8 | Sf. 0,00 | Cil.-0,25 | Ax.170° | Sf.+0,25 | Cil.-0,75 | Ax.30° | 8,9° |
| 17 | 6 | Sf. +1,50 | Cil.-0,25 | Ax.100° | Sf.+1,50 | Cil.-0,25 | Ax. 65° | 2,1° |
| 18 | 8 | Sf. +0,50 | Cil.-1,00 | Ax.175° | Sf.+0,25 | Cil.-0,75 | Ax.180° | 1,5° |
| 19 | 8 | Sf. +0,25 | Cil. 0,00 | Ax. 0 | Sf.+0,25 | Cil.-0,25 | Ax. 0° | 1,3° |
| 20 | 7 | Sf. +1,25 | Cil.-0,75 | Ax. 30° | Sf.+1,25 | Cil.-0,50 | Ax. 15° | 2,8° |
| 21 | 7 | Sf. 0,00 | Cil.-0,25 | Ax.170° | Sf.+0,25 | Cil.-0,75 | Ax. 30° | 8,9° |

Al termine di ogni misura e valutazione effettuata del processo visivo e dei suoi aspetti comportamentali, essere in grado di prescrivere il deficit visivo di ognuno di loro, al fine di poter migliorar, anche solo di poco, la loro qualità di vita, mediante il sostegno del dispositivo Plusoptix, il quale non essendo invasivo e non richiedendo

chissà quale attenzione e/o posizione ferma, è stato come raggiungere un traguardo gratificante e soddisfacente.

Toccare con mano la realtà di quei bambini e riuscire ad entrare nel loro piccolo e meraviglioso mondo, seppur in minima parte, è stata altresì, un'esperienza che mi ha fatto comprendere quanto ognuno di essi sia dotato di un'indescrivibile e singolare specialità.

Come è possibile notare dai dati ottenuti, tutti i soggetti esaminati presentano una lieve ametropia, e da questo è possibile evincere che c'è una relazione tra i disturbi visivi e l'autismo. A conferma di quanto appena detto, infatti, negli ultimi anni, si sono sviluppate diverse concezioni dell'autismo, che evidenziano anomalie senso-percettive come base delle caratteristiche del disturbo.

# *CAPITOLO 4*

## *Percezione visiva nel disturbo dello spettro autistico*

### *1.1 Progressi visuo-percettivi*

Per alcuni studiosi, l'autismo è riconducibile ad un disturbo dei sensi, piuttosto che ad una disfunzione sociale, in cui i sensi non collaborano tra loro, ma in maniera isolata e il cervello non è capace di coordinare gli stimoli in modo associativo. Si è ipotizzato che tutti i sintomi del disturbo dello spettro autistico siano una conseguenza della compromissione cerebrale, che fa sì che il cervello dei bambini autistici percepisca input provenienti dal mondo esterno, in maniera diversa dal cervello dei non autistici.

Un bambino non nasce con la capacità di percepire gli stimoli, ma quest'ultima è un'abilità che si coltiva sia con l'età che con le esperienze; se però i processi percettivi non funzionano in maniera adeguata, l'individuo percepisce gli input del mondo esterno in maniera distorta, che corrisponde ad avere una percezione distorta. Nei primi anni di vita, oltretutto, il cervello ha una struttura estremamente plastica, di conseguenza, con una diagnosi precoce, è possibile placare lo sviluppo del DSA. [6]

A proposito dell'età plastica, la ricerca dell'Università di Uppsala, ha effettuato uno studio su bambini neonati, diagnosticando loro il disturbo autistico e, monitorandoli per i loro primi tre anni di vita per avere conferma della diagnosi. Hanno riscontrato che già nel loro primo anno di età, sono state notate delle anomalie a livello pupillare: essi mostravano una maggiore iperattività delle pupille e un maggior restringimento all'esposizione della luce.

Da ciò è stato attuabile trovare un ulteriore metodo per diagnosticare il disturbo più precocemente, anche se bisogna considerare i "falsi positivi", poiché tale comportamento pupillare potrebbe essere collegato ad altri fattori e non all'autismo. [7]

In generale quindi, nonostante le persone autistiche vivano nello stesso mondo fisico delle persone con uno sviluppo normale, il loro mondo risulta essere sensazionalmente diverso.

## *1.2 Visione del mondo dagli occhi degli autistici*

Un individuo affetto da Autismo tende ad avere una visione del mondo esterno particolare e diversa, nella percezione e nei colori. Pertanto, sin dalla prima infanzia, interpretano ed osservano le immagini in maniera dissimile rispetto agli altri, e questo può incidere notevolmente con l'ambiente circostante in cui vive. Difatti, collegandoci alle caratteristiche del disturbo, come comportamenti ripetitivi, antisociali e difficoltà a comunicare, quest'ultimi, potrebbero essere collegati proprio ad una focalizzazione non corretta dell'immagine e ad un'alterata percezione della persona con disturbi dello spettro autistico.

Gli studiosi del Caltech (California Institute of Technology), attraverso una ricerca, sono stati in grado di comprendere come vedono il mondo i soggetti con DSA, e cioè non ponendo la loro attenzione su persone e oggetti "salienti" dell'immagine, propensione che può provocare disagio, dal momento che non sanno dove rivolgere la loro attenzione.

Di seguito, nella prima immagine, possiamo osservare cosa mettono a fuoco, gli occhi di un autistico, e nella seconda, gli occhi di una persona che non ha disturbi dello spettro autistico.

Nel primo caso, la persona autistica tende a concentrarsi più sulla parte posteriore della testa, piuttosto che sulla faccia del giocatore posto sulla sinistra; rispetto al non autistico, come si può notare attraverso la seconda foto.

Successivamente, c'è un ulteriore esempio di figura vista attraverso la visione di una persona con autismo:

Questa riproduzione indica che l'individuo tende a concentrarsi sul tramonto, anziché sull'ombra dell'albero e degli elefanti. [5]

Il senso della vista di coloro che sono autistici può, quindi, prestarsi a distorsioni percettive e difficoltà di messa a fuoco degli oggetti principali. Ma, nonostante ciò, fanno affidamento principalmente ad essa per capire cosa accade intorno a loro, trascurando gli altri sensi. La vista compensa quest'ultimi, percependo, per esempio, colori in modo più intenso, e tale movente influisce sull'atteggiamento di queste persone, le quali possono essere attratte da determinati colori, oggetti in movimento, particolari forme, o ancora, possono esserne spaventate. Alcuni addirittura, in luoghi a loro sconosciuti agiscono come se fossero ciechi, mentre altri hanno momenti in cui vedono tutto bianco e nero.

Tuttavia, non tutti coloro che sono affetti da DSA presentano le stesse anomalie, ma esistono delle disuguaglianze individuali nella gamma e nella gravità di questi problemi. [3]

# ***Conclusioni***

L’elaborato è stato strutturato facendo un focus sullo studio della visione e della misura di quest’ultima, a bambini con sintomi del disturbo dello spettro autistico. Dimostrando, nonostante la straordinaria sensibilità di questi soggetti, di riuscire, grazie alla modalità di rilevamento del dispositivo Plusoptix, ad effettuare loro un autorefrazione.

Tale lavoro mi ha portato ad una duplice conclusione, in primo luogo ho avuto modo di poter attuare una metodologia di valutazione della vista all’avanguardia, poiché, come detto nel capitolo 3, effettuabile a distanza, in pochi secondi e con una posizione non necessariamente immobile, ma allo stesso tempo, attendibile e valida. In secundis, avendo avuto la possibilità di affacciarmi alla realtà che vivono i bambini affetti da questa sindrome, ho potuto prendere atto di quanto, malgrado i loro problemi cognitivi e relazionali, il loro mondo e la loro concezione di vita possa essere stupefacente.

# *Bibliografia e Sitografia*

[1] “Psicopatologia del Bambino”, D. Marcelli, Elsevier, 1999

[2] “Movimenti oculari”, D. Zambardieri, 2006

[3] “Tipologia dei disturbi”, E. Rullo, 2011

[4] “Color & Autism”, Denis Turner, 2011

[5] “Il mondo visto da una persona autistica”, Germana Carillo, 30 Ottobre 2015

[6] “Aspetti percettivi nei Disturbi dello Spettro Autistico”, Serena Siri, 25 aprile 2016

-url: www.neuropsicomotricista.it - www.neuropsicomotricista.it

[7] “Il riflesso pupillare potenziato nell’infanzia è associato alla diagnosi di autismo nell’infanzia” P. Nyström, T. Gliga, E. Nilsson Jobs, G. Gredebäck, T. Charman, M. Johnson, S. Bölte, T. Falck-Ytter, 2018

[8] “Autismo, disturbi dello spettro autistico”, Eleonora Napoli, 9 marzo 2020

[9] “Patologie”, Ivana Barberini, 27 Marzo 2020

-url: Autismo: cos'è, cause, sintomi, diagnosi e cura- Melarossa

[10] “Autismo: che cos’è e quali sono i sintomi”, Dott.ssa Elisa Marchiselli, 4 maggio 2020

-url : Autismo: che cos'è e quali sono i sintomi - Paginemediche

[11] “Semeiotica non strumentale”, Dr. Giuseppe Pellitteri, 5 luglio 2020

-url: Lo studio dei Movimenti Oculari. • Vestibologia Sicilia

[12] “Individuata una specifica forma di autismo caratterizzata da «neuroni con troppe sinapsi»”, studio dell’Università di Pisa e dell’Istituto Italiano di Tecnologia, ottobre 2021

-url: Individuata una specifica forma di autismo caratterizzata da “neuroni con troppe sinapsi” (unipi.it)

[13] “Il leader mondiale della fotorefrazione binoculare”

-url: Plusoptix: Plusoptix - Specialist in photorefraction

# *Ringraziamenti*

*Con queste ultime righe della mia tesi, che sanciscono la fine di un percorso, vorrei ringraziare tutte le persone che hanno reso possibile questo mio traguardo, che hanno incrociato la mia vita aiutandomi a crescere e a maturare, e che sono state presenti in queste tre anni.*

*Innanzitutto, ringrazio i miei genitori, colonna portante della mia vita, senza i quali ad oggi non avrei potuto essere qui, che mi hanno permesso di conseguire questo cammino con il loro costante sostegno. Tra i miei obiettivi principali c'è e ci sarà sempre quello di rendervi fieri di me. Grazie per aver sopportato le mie crisi isteriche pre-esame, per avermi guidato ed insegnato a vedere il mondo a colori e a planare sulla superficie delle cose, perché tutto sembra invalicabile, fin quando non ci rendiamo conto di poter volare.*

*Grazie a mia Mamma, che solo attraverso i miei occhi riesce a comprendere la mia anima, perché senza bisogno di parlare sa già cosa sento. La ringrazio per aver mostrato il suo orgoglio nei miei riguardi in ogni circostanza, e per aver dimostrato che ogni mia vittoria, è una sua vittoria, e che ogni sconfitta può e deve essere solo un trampolino di lancio.*

*Grazie al mio Papà, che mi guarda come se fossi la cosa più preziosa al mondo, per avermi spronato a fare sempre meglio, per essere sempre pronto a reggermi tra le sue braccia e per i suoi discorsi tanto lunghi, ma in grado di farmi capire che i "momenti no" non devono offuscare la realtà della vita.*

*Grazie a mio fratello, che oltre ad essere tale, è mio amico prima di tutto. Grazie per avermi fatta addormentare con un "ce la fai, stai tranquilla" la sera prima di ogni mio esame, per le chiacchierate notturne e per ogni canzone con il piano e ogni canzone con la chitarra, tra le poche cose in grado di lenire il mio stato d'animo.*

*Grazie a mia zia Susy, per essere presente ad ogni mio traguardo e che ad ogni post-esame mi ha fatto percepire il suo essere fiera di me.*

*Grazie ad Alessia, senza la quale il mio percorso universitario non sarebbe stato lo stesso. La ringrazio per essere stata oltre che collega di corso, mia amica e complice; per i pianti liberatori, per il tempo passato insieme, le notti, le colazioni, i pranzi, le cene e gli aperitivi, che sono stati mia terapia nei momenti in cui ne avevo bisogno. Grazie per ogni pausa studio, che da cinque minuti passava puntualmente a mezz'ora, per avermi accompagnata alla maggior parte degli esami, per stata la mia confidente e per essere entrata nella mia vita.*

*Grazie a Nunzio, mio amico da quasi un decennio, perché fa sorridere il mio cuore, per le canzoni cantate in macchina a squarciagola e per i nostri momenti di leggerezza.*

*Grazie ai miei amici, che hanno alleggerito le mie ansie con la spensieratezza e l'allegria, capaci di farmi dimenticare quello che non va e in grado di cambiarmi l'umore.*

*Grazie anche a me stessa, per la mia parte fragile come il cristallo e la mia parte dura come il cemento armato, per aver perseverato nel raggiungere la meta senza mai mollare, per la determinazione e l'impegno messo, per la voglia di mettermi*

*in gioco, per averci creduto ed esserci riuscita. Perché come diceva Einstein "c'è una forza motrice più forte del vapore, dell'elettricità e dell'energia: la volontà".*

*E infine, ringrazio il Professor Del Prete, per la sua disponibilità e per avermi sostenuta nella stesura della mia tesi.*