



**Università degli Studi di Padova**

Dipartimento di Fisica “Galileo Galilei”

Corso di Laurea Triennale in Ottica e Optometria

Tesi di Laurea

*Dominanza Oculare per la correzione ottica-visiva, strategie e  
precisazioni*

*Ocular dominance for optical-visual correction, strategies and  
clarifications*

Relatore: Prof. Battaglini Luca

Correlatore: Prof. Rossetti Anto

Laureando: Nacciarriti Luca

Matricola: 2000564

Anno Accademico 2022-2023



Abstract	1
1. Introduzione	3
2. Cenni di Anatomia Oculare	4
2.1 Struttura oculare	4
3. Dominanza Oculare	6
3.1 Introduzione alla dominanza oculare	6
3.2 Cenni alla Neuroanatomia del sistema visivo	8
3.3 Dominanza motoria e test	10
3.4 Dominanza sensoriale e test	14
3.5 Dominanza Motoria vs Dominanza Sensoriale	19
4. L'importanza della dominanza	20
4.1 La dominanza in Optometria	20
4.2 Ulteriori campi di applicazione.	23
5. Analisi Pratica	25
5.1 Obiettivo	25
5.2 Soggetti	25
5.3 Strumentazione	25
5.4 Procedura	26
5.5 Risultati	29
5.6 Discussione	31
6. Conclusioni	33
Bibliografia & Sitografia	35

# Abstract

## OBIETTIVO:

Con questo progetto di tesi si è voluto cercare, per quanto ampio e variegato sia l'argomento, di fornire e approfondire le nozioni sulla dominanza oculare, di descrivere alcune strategie e fare alcune precisazioni.

Importante è stato capire il ruolo della dominanza oculare in ambito optometrico e non, quindi la sua utilità per i vari metodi compensativi e la sua influenza sulla scelta di quest'ultimi.

In conclusione si è voluto presentare anche un breve accenno in riferimento alla chirurgia refrattiva. L'elaborato comincia con un breve incipit sull'apparato oculare per poi affrontare il tema sulla dominanza oculare avendola relazionata con alcuni cenni sulla neuroanatomia del sistema visivo, in cui si è fatto riferimento alle diverse vie ottiche connesse alla componente cerebrale deputata alla visione.

Si è poi entrati nello specifico con una apposita panoramica sia sulla dominanza motoria sia sulla dominanza sensoriale con i relativi (molteplici) test per la rilevazione di entrambe.

Si è posta l'attenzione nell'analisi delle possibili analogie e differenze che si celano dietro queste due tipologie di dominanze, le caratteristiche di ognuna e dopo essersi serviti delle nozioni presenti in letteratura si è osservato e compreso se l'occhio dominante motorio coincide con quello sensoriale oppure no, e ancora, se esistono casi in cui si verifichi una alternanza della dominanza tra i due occhi o addirittura una sua totale assenza.

In questo progetto si è testato, a livello sperimentale su un campione di 15 partecipanti, l'efficacia dei test (test del foro e adattamento all'annebbiamento) con cui si rilevano le dominanze oculari ma soprattutto per vedere se i dati trovati in letteratura coincidono effettivamente con quelli del campione in esame; ed osservare quindi ancora una volta se le dominanze coesistono per un unico occhio oppure se presenti disparatamente nei due occhi (OD e OS).

## METODI E STRUMENTI

La ricerca bibliografica è stata condotta valutando la letteratura principalmente su PubMed e Google Scholar. Sono stati identificati più di circa 25 articoli di interesse, relativi alle applicazioni in ambito optometrico, psicologico, medico-chirurgico.

La ricerca bibliografica infatti si basa sull'indagine di articoli scientifici che possano fornire le aggiornate conoscenze sull'argomento in questione, ma anche nozioni più datate ma contemporaneamente ancora veritiere.

Per la verifica sperimentale della dominanza motoria e sensoriale da lontano si sono utilizzati i test del foro (hole test) e il FrACT (software per la valutazione psicofisica noto) associato alla risposta e adattamento all'annebbiamento di un occhio.

Con l'utilizzo di una sola mira a bassa frequenza spaziale si è andati ad analizzare l'effetto su SC-bino, AV-bino e in aggiunta anche sull'iperacuità con mire Vernier per poi capire come queste hanno relazionano con sensazione e comfort del soggetto con l'aggiunta alternata di un elemento disturbante che in questo caso è data dalla sfuocatura di una lente +1,50D (adattamento all'annebbiamento).

Ognuno dei 15 partecipanti ha svolto ogni test in condizioni emmetropiche o emmetropizzate con correzione in uso.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

In base ai dati e ai risultati ottenuti dal campione soggetto, attraverso dei t-test si hanno riscontrato dei risultati non significativi, a causa (plausibilmente) di un numero ristretto di individui analizzati (15).

Quindi la nostra tesi mostra che la performance nei due gruppi di dominanza motoria e sensoriale non cambia.

Questo non ci permette di fare un confronto accurato con i dati trovati in letteratura.

# Capitolo 1

## Introduzione

La visione è quella capacità intrinseca che un essere umano possiede al fine di potersi relazionare con l'ambiente che lo circonda e per questo è di vitale importanza. È un meccanismo complesso e articolato composto da una serie di fattori che si susseguono attraversando i mezzi oculari e percorrendo le vie ottiche.

Tutto ciò che i nostri occhi ricevono sono un insieme di informazioni che, attraverso delle elaborazioni, permettono la realizzazione di fenomeni complessi (non solo visivi) come la localizzazione del proprio corpo nello spazio, ma anche la percezione dei colori e la consapevolezza della stereopsi.

La visione è il risultato di un ottimo 'sistema di coppia' che collabora nel fornire, di due immagini monoculari simili, un'unica immagine con caratteristiche superiori alle singole immagini.

La dominanza oculare indica quale occhio è preferito o di miglior funzionalità in condizioni di osservazione naturali e quale è preferito in casi di visione monoculare (laddove questa fosse necessaria).

Molto comunemente ci si trova a compiere azioni automatiche nel modo più confortevole possibile oppure come si è abituati ad allenare quell'azione per portarla a termine.

Degli esempi più comuni sono quelli della scrittura a mano o il calcio ad un pallone, in entrambe le azioni si utilizza una componente corporea preferenziale, in questi casi una mano o un piede.

Allo stesso modo si tenderà ad utilizzare in modo inconscio un occhio nel momento in cui si dovrà guardare all'interno di un singolo foro o un obiettivo, e quindi ci si chiede se questa preferenza prevale anche in altre situazioni, sebbene ci si trovi in condizioni di visione binoculare per la maggior parte del tempo.

A differenza della semplicità con la quale si stabilisce la dominanza e le sue caratteristiche degli arti inferiori e superiori, non è allo stesso modo semplice stabilirlo per la dominanza oculare.

# Capitolo 2

## CENNI DI ANATOMIA OCULARE

### 2.1 Struttura oculare

L'occhio, di forma sferoidale, è l'organo di senso esterno dell'apparato visivo che ha il compito di ricevere gli input dall'ambiente attraverso la luce e assicurare la visione attraverso complesse elaborazioni delle radiazioni luminose.

È alloggiato all'interno di una cavità ossea denominata orbita, in grado di ospitare anche i nervi, i vasi sanguigni, il grasso periorbitale e i muscoli estrinseci.

Anteriormente è in rapporto con le palpebre, superiore ed inferiore, con funzione protettiva<sup>1</sup>.

Oltre al film lacrimale, primo e più potente mezzo diottrico oculare (n=1,336) e con funzioni di lubrificazione, difensiva e di pulizia, l'occhio è coperto, fino al margine della cornea, dalla congiuntiva.

Il bulbo oculare è composto da tre tuniche diverse: fibrosa (esterna), vascolare (intermedia) e nervosa (interna).

La prima tunica, quella più esterna è composta dalla cornea e dalla sclera.

La tonaca vascolare, quella intermedia, è nota più comunemente come uvea e viene suddivisa in tre zone rappresentate rispettivamente da: iride, corpo ciliare e coroide.

L'ultima tunica è quella nervosa costituita dalla retina, una membrana trasparente di tessuto nervoso che contiene al suo interno tutte quelle cellule (fotorecettori) deputate alla trasformazione degli stimoli luminosi in impulsi elettrici e dalla quale origina il nervo ottico.

Nella porzione posteriore dell'occhio, nella parte centrale della retina si trova la macula con all'interno la fovea, in cui l'acuità visiva è massima e dove è ricca di coni e priva di bastoncelli.

Più precisamente si stimano circa 120 milioni di bastoncelli che sono deputati alla visione periferica e indispensabili per la visione notturna con massima concentrazione a circa 20 gradi dalla fovea.

I coni sono invece circa 6 milioni e hanno una acuità visiva centrale più accurata e dettagliata e sono responsabili della percezione dei colori con una concentrazione massima nella fovea.

All'interno del bulbo poi si trovano più spazi vuoti denominati come camere.

Fra la cornea e l'iride c'è la camera anteriore che è riempita dall'umor acqueo e posteriormente a questa camera è alloggiato il cristallino.

Tra l'iride, il corpo ciliare e il cristallino è presente la camera posteriore ripiena anch'essa dallo stesso umor acqueo.

In ultimo si ha un ampio spazio situato tra il cristallino e la retina che è occupato dal corpo vitreo, una sostanza gelatinosa, incolore e trasparente.

I movimenti del bulbo dipendono dall'azione combinata di 6 tipi di muscoli estrinseci che hanno origine dall'anello dello Zinn e aderiscono all'occhio attraverso inserzioni oculari.

Quattro muscoli retti: retto superiore, retto inferiore, retto laterale e retto mediale.

Due muscoli obliqui: obliquo superiore (o grande obliquo) ed obliquo inferiore (o piccolo obliquo).

Il muscolo elevatore della palpebra, pur non essendo un muscolo oculomotore rientra comunque tra i muscoli estrinseci.

Tutti i movimenti oculari, mediante la muscolatura estrinseca, è resa possibile dall'innervazione di tre paia di nervi cranici: oculomotore, trocleare ed abducente.

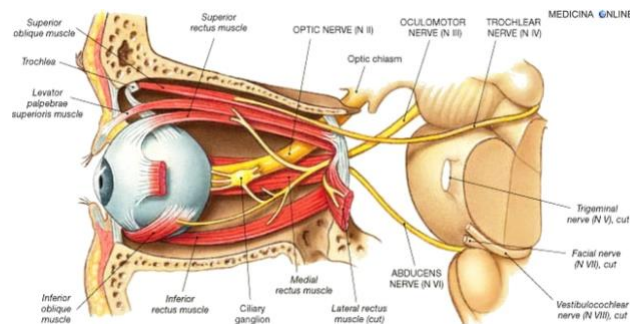


Figura 1.1: Schema dell'anatomia oculare



# Capitolo 3

## DOMINANZA OCULARE

### 3.1 Introduzione alla Dominanza Oculare

I primi accenni sulla dominanza oculare sono iniziati probabilmente circa 500 anni fa, anche se le osservazioni fenomenologiche sul possedere una preferenza oculare risalgono a molto prima<sup>2</sup>.

La dominanza oculare oltre ad essere una curiosità scientifica, è un tema molto comune e per questo motivo dovrebbe essere visto come fondamentale per comprendere la visione binoculare normale e anormale<sup>3</sup>.

Come già anticipato le persone sono consapevoli della propria mano preferita per attività comuni come la scrittura, e molti anche consapevoli del proprio piede preferito per attività come tirare un calcio ad una palla.

Analogamente, seppur meno noto, si ha anche un occhio privilegiato, facilmente evidenziabile quando si è costretti a guardare attraverso un piccolo foro o un obiettivo, ma a differenza del dominio della mano, quello visivo sembra essere dipendente dall'attività specifica<sup>3</sup>.

Gli studi continuano ad affermare che la natura delle dominanze nella popolazione mondiale, oculari e/o corporee, siano per la maggior parte delle volte verso destra con una stima di: manualità ~ 90%, piede ~80%, occhio ~ 70%<sup>4</sup>.

Ciononostante ci sono individui con dominanza oculare nell'occhio sinistro (25%), dominanza variabile con la distanza del test (a livello quantitativo)<sup>5</sup> e/o alla direzione di sguardo<sup>6</sup> e in alcuni casi persone senza dominanza (2/3%).

Sorprendente è la scoperta di Rice et al.<sup>7</sup>, il quale scoprì che l'occhio dominante oltre a variare di entità poteva cambiare dall'occhio destro al sinistro (o viceversa) sempre in base alla distanza del test<sup>5</sup>, o in relazione alla dimensione dell'immagine su ciascuna retina<sup>8</sup>.

Proprio per questo non è raro il caso in cui un individuo abbia una dominanza oculare mista (o alternata) il quale si ritroverà ad usare un occhio per certe attività e il suo controlaterale per funzioni ancora differenti come per esempio può essere l'utilizzo dell'occhio destro quando lo sguardo è rivolto verso destra e viceversa per l'occhio sinistro quando si guarda verso sinistra; questo fenomeno sembra essere dovuto alla differente grandezza dell'immagine retinica tra i due occhi<sup>8</sup>.

Questo è possibile dal momento in cui non sia presente un elevato livello di dominanza riscontrato attraverso uno specifico test di dominanza oculare.

C'è anche chi suggerisce che la predominanza oculare sia un fenomeno in evoluzione a differenza di quella degli arti e può dipendere ulteriormente dalla dimensione dell'immagine, dalla direzione di sguardo e da altri fattori<sup>9</sup> come per esempio la stereopsi<sup>5</sup> o dall'attenzione (Heravian et al. 1992)<sup>10</sup>. Sebbene si abbiano più forme di dominanze oculari non è ancora chiaro ai tempi d'oggi i motivi funzionali di questa preferenza.

Inoltre si pensa che la dominanza dell'occhio non sia relazionata con le altre dominanze corporee, come può essere quella della mano, in quanto la dominanza laterale del corpo è dipendente di un emisfero cerebrale, invece le informazioni di entrambi gli occhi sono espressi in modo simile in entrambi gli emisferi, a causa della semidecussazione che si verifica a livello del chiasma ottico<sup>8</sup>. La dominanza oculare la si potrebbe quindi definire come la preferenza di un individuo per la visione con un occhio piuttosto che con l'altro per particolari compiti visivi<sup>5</sup>.

Una teoria di Walls (1951) è stata quella di affermare che con i movimenti oculari di tipo volontario, solo il dominante è innervato, col controlaterale (non dominante) che lo segue di riflesso. Ogle (1962) invece ha notato che è proprio l'occhio dominante a determinare la direzione soggettiva dell'oggetto osservato, credendo poi che nell'occhio non dominante potrebbe essere presente una disparità di fissazione<sup>11</sup>.

Un principio fondamentale da tenere a mente è che con 'occhio dominante' non si deve alludere alla visione monoculare perché la dominanza di cui si parla è un confronto, nonché un parallelismo tra i due occhi in condizioni fisiologiche, quindi in visione binoculare.

A conferma di quanto detto, seppur di minor utilizzo, uno dei test per la dominanza oculare è proprio quello della rivalità binoculare, nel quale si pone al soggetto stimoli diversi e non fusibili tra loro.

È proprio ciò che fece Giovanni Battista della Porta, filosofo, alchimista e scienziato.

Fu lui il primo a menzionare il concetto di dominanza oculare nella sua opera

'De Refractione Optices' (1593), quando scoprì, appunto, che ponendo di fronte agli occhi due libri diversi era possibile leggerne soltanto uno per volta.

Da allora si comprese l'esistenza di una rivalità percettiva durante la quale c'è una tendenza nel preferire le immagini provenienti da un occhio rispetto all'altro<sup>12</sup>, e che l'immagine che persiste per più tempo durante la stimolazione è quello proveniente proprio dall'occhio dominante.

Le differenze tra i risultati dei diversi esami per la rilevazione della dominanza oculare svolti sullo stesso soggetto ha portato la scienza ad affermare l'esistenza di più tipologie di dominanza oculare.

Tra i vari modelli proposti, le dominanze sensoriali e motorie sono quelle più studiate e trattate anche per la loro importanza sulla fisiologia e patologia della visione binoculare<sup>13</sup>.

### 3.2 Cenni alla Neuroanatomia del sistema visivo

Il processo che porta l'informazione dall'occhio (retina) al cervello si compone di più componenti anatomiche ed un certo numero di vie visive; proprio per questo la visione richiede meccanismi retinici, precorticali e corticali.

La retina ha un elevatissimo numero di cellule, si pensi solo che i coni e i bastoncelli sono più di circa 130 milioni. Per avere una adeguata connessione tra le numerose cellule che compongono la retina si hanno due tipi di interazioni: verticali e orizzontale.

Nelle connessioni verticali hanno un ruolo fondamentale le cellule gangliari, perché deputate all'avvio della trasmissione del segnale.

Le loro terminazioni assoniche contengono l'informazione visiva e si raggruppano per formare il nervo ottico, primo componente della via ottica.

A seguito del nervo ottico fa capo il chiasma ottico in cui si assiste ad una parziale decussazione delle fibre nervose: quelle provenienti dalle emiretine nasali si incrociano per poi proseguire nel tratto ottico controlaterale, mentre quelle tempiali continueranno nel tratto ottico omolaterale.

La dominanza oculare sembra derivare proprio da questa trasmissione ed elaborazione separata degli input visivi<sup>3</sup>.

Il tratto ottico sarà così costituito da fibre nasali crociate e fibre tempiali dirette che rappresentano però la stessa porzione di campo visivo visto da entrambi gli occhi.

Quest'ultimo farà poi capo al corpo genicolato laterale del talamo.

Da quest'ultimo originano fibre talamo-corticali che formano la radiazione ottica che terminerà nella corteccia visiva primaria nel lobo occipitale (area V1) che a sua volta è suddivisa in una matrice di quelle che sono chiamate ipercolonne, dove ognuna di esse analizza l'informazione da una piccola regione della retina.

La corteccia visiva primaria (V1) è anatomicamente equivalente alla diciassettesima area di Brodmann (BA17).

In corrispondenza dell'area V1 vi sono le aree corticali extra-striate V2, V3, V3 e V5 ovvero le aree presupposte alla funzione del riconoscimento delle immagini osservate.

Una lesione dell'area V1 comporta cecità 'vera', mentre una lesione delle aree corticali extra-striate determina cecità 'psichica', ossia una condizione nel quale il soggetto riesce a vedere, ma non riesce a riconoscere quel che osserva.

Esiste una corteccia visiva per ogni emisfero cerebrale.

La corteccia visiva dell'emisfero sinistro riceve segnali riguardanti il campo visivo di destra, e la corteccia visiva di destra riceve l'informazione proveniente dal campo visivo di sinistra.

Questa distinzione ed elaborazione delle informazioni visive da ciascun occhio può dare origine alla dominanza oculare<sup>3</sup>.

In un esperimento pilota sulla registrazione dei cambiamenti nel metabolismo corticale e nella perfusione cerebrale mediante risonanza magnetica funzionale (fMRI), si è visto come durante la stimolazione separata e simultanea dei due occhi venivano attivate aree di ampiezza differente nella corteccia visiva a livello cerebrale. I risultati del test diedero un responso preciso sul fatto che è proprio l'occhio dominante ad attivare effettivamente una superficie più ampia della corteccia visiva primaria rispetto al controlaterale non dominante<sup>14</sup>.

Un altro studio<sup>15</sup> ha invece rilevato che anche gli impulsi ricevuti dai due occhi, dominante e non, vengono processati a velocità differenti e questo sembra dipendere dal fatto che i canali monoculari sembrano non essere completamente intercambiabili e che le caratteristiche di risposta possono variare in base alla dominanza motoria. È ciò che è stato scoperto attraverso l'utilizzo di una procedura di simultaneità in cui un obiettivo uditivo è stato impostato per coincidere con l'inizio di uno stimolo visivo. Infatti sotto due tipi di test monoculari, le informazioni dall'occhio dominante sono state elaborate circa 14 millisecondi prima rispetto alle informazioni ricevute dall'occhio non dominante.

Oltre alla differente rapidità con cui vengono rielaborate le informazioni dei due occhi è stato anche notato che a livello percettivo le immagini hanno caratteristiche differenti, infatti quelle provenienti dall'occhio dominante sembrano essere più grandi, nitide, chiare e con colori più saturi.

La posizione assunta delle immagini sono allineate col punto di fissazione, sono più durature e tendono a sbiadire più lentamente a livello retinico<sup>16</sup>.

Proprio per questo sembrerebbe che l'occhio dominante restituisca delle informazioni visive che nel complesso sono qualitativamente migliori.

Per concludere si può pensare che proprio per questi motivi probabilmente nel cervello viene dedicata un'area di corteccia visiva omolaterale all'occhio dominante di ampiezza maggiore rispetto all'area deputata alla visione dell'occhio non dominante<sup>17</sup>.

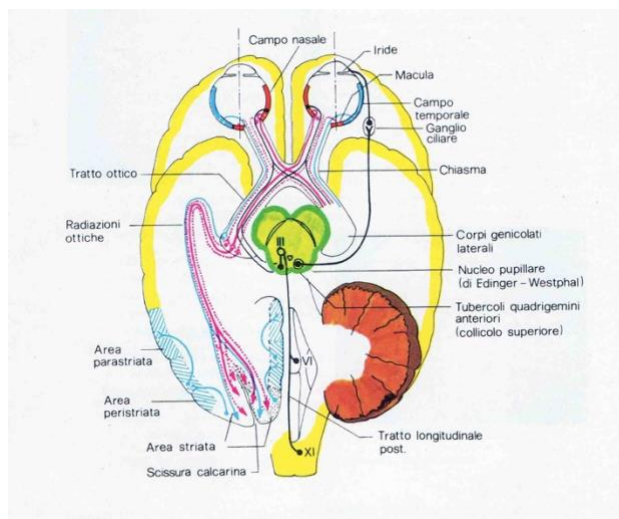


Figura 1.2: Vie ottiche

### 3.3 Dominanza motoria e test

L'occhio dominante motorio, di fissazione o di puntamento sembrerebbe essere relazionato con la lateralità corticale del soggetto ed ha il compito di sintetizzare gli elementi fotonici, per cui intensità e lunghezza d'onda (colore).

La dominanza motoria è a prevalente visione maculare e le informazioni captate giungono alla scissura calcarina per le dovute e successive operazioni di integrazione ed elaborazione, come ad esempio: giudizio, interpretazione e memorizzazione.

In più la dominanza motoria ha elevata influenza nella pratica quotidiana; infatti durante la lettura, avere una discreta dominanza motoria significherebbe poter minimizzare le differenze nella posizione degli assi visivi in convergenza, riuscendo a preservare così il processo dello stimolo durante la fissazione in cui l'occhio dominante ha la principale attività motoria, il quale andrà a dirigere il controlaterale non dominante al fine di poter mantenere un'adeguata corrispondenza retinica<sup>17</sup>.

L'occhio dominante motorio inoltre tende a condurre l'accomodazione<sup>18</sup>.

Molti studiosi svilupparono molti esami/test per la valutazione della dominanza visiva, separandoli però in dominanza motoria e dominanza sensoriale.

Seppur ci siano degli esami più utilizzati e comuni rispetto ad altri sembra comunque non esserci un esame 'gold standard' per la valutazione della dominanza e quindi la terminologia e le procedure utilizzate variano a seconda degli autori.

Ci sono diversi metodi clinici per rilevare la dominanza motoria di un occhio e di seguito verranno illustrati i principali:

### Test del foro:

Test più comune per la rilevazione della dominanza oculare.

Si tratta di un cartoncino forato di circa 4 cm di diametro.

Il soggetto tenendo in mano il cartoncino con entrambe le mani distese avanti a sé deve centrare il bersaglio proposto ad una distanza arbitraria all'interno del foro.

L'esaminatore andrà ad occludere con un occlusore alternativamente i due occhi.

L'occhio scoperto che continua ad osservare la mira è l'occhio dominante.

Una variabile che spesso viene apportata a questo test è quello di sostituire il cartoncino forato con un foro generato dalla sovrapposizione delle due mani.

Sebbene questa variabile non sia ben vista da alcuni professionisti della visione, Carey<sup>4</sup>; Khan et al.<sup>19</sup> affermano comunque che la presenza delle mani non rappresenti una variabile confondente (anche se Hendriques et al.2022, dicono il contrario<sup>20</sup>) ma che i risultati possono comunque venir 'sporcati' dalla direzione di sguardo (come dimostrò anche Dalton et al.<sup>6</sup>) o dalle dimensioni delle immagini retiniche<sup>21</sup>. Altra potenziale fonte di variazione è l'uso di schermo trasparente ma non risultano dati specifici e non stato adottato in questo studio.



Figura 1.3: Test del foro.

Figura 1.4: Variabile approssimativa

### Test del puntamento:

Al soggetto viene chiesto di allineare con entrambi gli occhi un dito ad un bersaglio posto a distanza arbitraria. L'esaminatore come di consueto andrà ad occludere alternativamente i due occhi e quello che continuerà ad osservare il dito allineato al target sarà il dominante. Ciò accade perché durante la pratica di questo test si producono immagini contrastanti e quindi il soggetto inconsciamente tende ad allineare il dito con uno dei due occhi, che sarà appunto il dominante<sup>22</sup>.

Questi due test clinici tradizionali inducono e costringono l'individuo a scegliere con quale occhio tra i due andare ad allineare una distanza ad un bersaglio vicino e proprio per questo non riescono a misurare l'entità effettiva della dominanza oculare.

Per questi due esami si ha spesso un risultato binario, ciò significa avere l'occhio destro o l'occhio sinistro dominante.

Variante di Guillon<sup>6</sup>:

Questo interessante tipo d'esame si serve di grafici sviluppati presso la Michel Guillon Sports Vision Clinic, precedentemente validati e di elevata ripetibilità.

Questi grafici sono equilibrati in maniera che la differenza tra numeri interi adiacenti fosse equivalente a una diottria prismatica.

I grafici della variante di Guillon possono essere modellabili per l'uso a qualsiasi distanza, e proprio grazie a questo, tale test fu stato determinante per capire come l'entità della dominanza vari (fino anche all'87%) in base alla direzione di sguardo<sup>6</sup>.

Questo fatto potrebbe avere delle ripercussioni significative in clinica e può riflettere i processi neurali che influenzano le preferenze degli occhi.

Sembrerebbe infatti che la distanza del bersaglio e l'entità della dominanza siano direttamente proporzionali, più aumenta la distanza e maggiore sarà la dominanza.

Tutto questo però per una variazione di distanza entro i 4m, infatti oltre tale limite i cambiamenti della dominanza sembrano essere minori.

Questo rapporto tra dominanza e distanza non può essere pienamente spiegato dai cambiamenti nella domanda di vergenza.

È stato sottolineato come la diminuzione della domanda di convergenza era più significativa del corrispondente aumento dell'entità della dominanza per una distanza del test maggiore e quindi la variabilità della vergenza non corrispondeva con l'incremento della dominanza<sup>5</sup>.

Viene chiesto al soggetto di allineare gli indici di ambo le mani (contemporaneamente) con la croce al centro della tabella in condizione binoculari.

Studi pubblicati negli anni, come già anticipato, hanno confermato che la dominanza oculare e la manualità non sono relazionabili tra loro<sup>5</sup>.

Una volta fatto, l'esaminatore occlude alternativamente prima un occhio e poi l'altro.

Il soggetto dovrà poi indicare dove sono allineati i loro indici quando il grafico viene osservato monocolarmente, quindi prima con un occhio e poi con l'altro.

Questo test è utile anche per quantificare la dominanza oculare, infatti si considerano negativi i valori a sinistra della croce e positivi i valori a destra.

La somma dei risultati offerti dalla posizione degli indici in condizione monoculare darà come possibili responsi:

Nessuna dominanza ( $-2 < x < 2$ )

Dominanza debole (sx:  $-4 \geq x \geq -2$ ; dx:  $2 \leq x \leq 4$ )

Dominanza forte (sx:  $x < -4$ ; dx:  $x > 4$ )

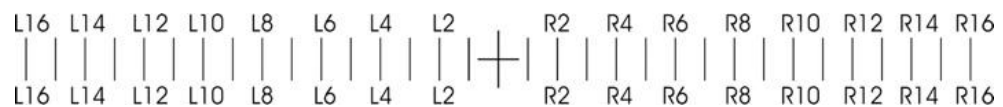


Figura 1.5: Variante di Guillon: grafico per la dominanza oculare

Questo è un test di natura non binaria che diviene indispensabile per tutti quei soggetti che hanno una dominanza debole o assente i quali non potrebbero esser analizzati con test di natura binaria. In più si comprende l'importanza di tenere conto della distanza del test, divenuta ora variabile chiave per scopi clinici e scientifici, e come questa possa influire significativamente sull'entità della dominanza anche se sono necessarie ulteriori ricerche per capire i meccanismi che contribuiscono a tale cambiamento, un'ipotesi riguarderebbe proprio la stereopsi<sup>5</sup>.



### 3.4 Dominanza sensoriale e test

A differenza dell'occhio dominante motorio, quello sensoriale, anche noto come dominante visivo o percettivo, riguarda maggiormente la retina periferica e probabilmente si manifesta in più siti lungo il percorso visivo, con l'ipotesi ulteriore di includere il livello delle colonne di dominanza oculare, anche se sono necessari studi più approfonditi per confermare questa speculazione nel sistema visivo umano<sup>2</sup>.

È responsabile della sintesi delle informazioni relative alla percezione, alla localizzazione spaziale e al controllo dell'ambiente circostante e del movimento<sup>17</sup>.

È stato riportato, mediante studi scientifici<sup>3</sup>, che l'occhio con questo tipo di dominanza ha una capacità di percepire i colori superiori rispetto all'occhio non dominante.

Attraverso un esperimento si è notato infatti che gli errori per la discriminazione dei colori rosso/verde erano maggiori negli occhi non dominanti rispetto agli occhi con dominanza; ciò non si può dire nella percezione di colori differenti come il giallo e il blu in cui non si sono evidenziate differenze notevoli tra occhi dominanti e non.

In uno studio sulla dominanza sensoriale<sup>2</sup> condotto da Teng Leng Ooi & Zijiang J He si è voluto chiarire alcuni progressi portati a termine su questo tema.

Lo studio sulla dominanza sensoriale è di particolare interesse per il fatto di esser stata messa in relazione con alcune e particolari funzioni visive, come ad esempio la stereopsi.

Una scoperta è stata quella di aver affermato che tale dominanza in soggetti con visione binoculare normale condivide dei punti in comune con l'ambliopia almeno a livello comportamentale, dovuto dal fatto che entrambi presentano uno scompenso dell'inibizione interoculare.

A differenza di quella motoria, la dominanza sensoriale la si potrebbe definire come il contributo relativo di ognuno dei due occhi alla percezione e ricezione di una immagine binoculare fusa<sup>5</sup>, per questa ragione la sensibilità visiva è principalmente a cura di questa tipologia di dominanza<sup>3</sup>.

Leat e Woodhouse (1984)<sup>23</sup> hanno scoperto e poi dimostrato il fatto che la dominanza sensoriale è una funzione dipendente dell'emisfero destro/sinistro (pertanto emisfero corticale) e non dell'occhio destro/sinistro.

A livello sensoriale la dominanza è stata osservata per la prima volta utilizzando mire di rivalità binoculare oppure oggetti stereo disparati<sup>3</sup>.

Ad oggi, gran parte delle misurazioni cliniche della dominanza sensoriale si basano su test come Worth 4 Dot o l'acuità di risoluzione.

#### Worth 4 Dot

Il Test di Worth è uno degli esami utili per la valutazione del II° della visione binoculare, ovvero la fusione.

Al soggetto viene fatto indossare l'occhialino anaglifico (filtro rosso OD- filtro verde OS) e posto di fronte al monitor contenente il test di Worth con illuminazione ambientale ridotta.

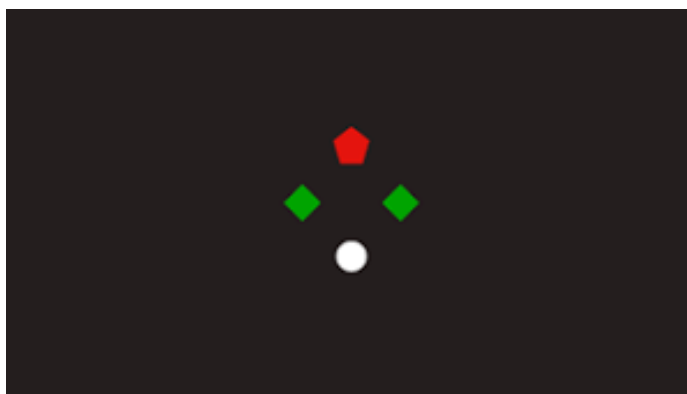


Figura 1.6: Test Worth 4 Dot

Questo test si compone di 4 punti luminosi: 1 rosso, 2 verdi e 1 bianco.

In condizioni monoculari l'occhio sinistro vede tre dischi verdi mentre l'occhio destro due dischi rossi.

Data l'utilità del test per la valutazione della fusione nella visione binoculare, la sua esecuzione comporta l'utilizzo simultaneo di entrambi gli occhi.

Si prendono ora in esame solamente i casi di dominanza oculare, accantonando quindi le possibili condizioni di soppressione o di deviazioni oculari, si avranno due possibili combinazioni:

visione di 4 luci: 1 rossa, 2 verdi e 1 di colore rossastro se l'occhio dominante è il destro oppure di colore verdastro se l'occhio dominante è il sinistro.

#### Acuità di Risoluzione

Il soggetto esaminato viene posizionato ad una distanza di circa 4 m da un ottotipo, in condizioni di emmetropia.

L'esaminatore provvederà all'occlusione di uno dei due occhi.

Il soggetto con l'occhio scoperto osserva e legge ad alta voce le righe dell'ottotipo fino al termine delle sue capacità.

Si ripeterà poi lo stesso procedimento con il controlaterale.

L'occhio che ha compiuto meno errori e avuto una performance qualitativamente migliore durante il test viene considerato il dominante.

Da sottolineare che con questo test non si valuta l'acuità visiva perché la dominanza oculare sensoriale può essere presente anche nel caso in cui l'acuità tra i due occhi sia equivalente<sup>18</sup>.

Per di più questo metodo non è tra i più diffusi perché la valutazione in monoculare è meno precisa rispetto a quella in binoculare. Questa tipologia di test infatti evidenzerebbe la dominanza sulla base di una capacità visiva migliore di un occhio rispetto all'altro, ma la dominanza sensoriale tra due occhi può essere anche con occhio che vede meno.



Figura 1.7: Esempio di Ottotipo SLOAN con spaziatura proporzionale (LogMar);

Distanza 4 m, range 1/10 – 10/10

Più recentemente ha preso il sopravvento l'utilizzo di un test particolarmente interessante quanto efficace, che si basa sulla sensibilità alla sfocatura.

#### Adattamento all'annebbiamento

Il paziente viene fatto accomodare e posto avanti ad un ottotipo con lettere di dimensioni superiori alla sua miglior acutezza visiva, in condizioni abituali.

Il test prevede l'introduzione monoculare di una lente sf. +1,50D per generare una certa sfocatura, assegnando in modo casuale il primo occhio al quale viene posizionata la lente di prova.

Il soggetto, osservando l'ottotipo, deve confrontare il comfort durante l'inserimento della lente positiva con il controlaterale lasciato momentaneamente libero.

Si ripete la stessa operazione di sfocatura per l'altro occhio e si confronta di nuovo il comfort tra i due occhi.

Per ogni occhio la procedura viene eseguita per circa tre volte.

L'occhio dominante sarà quello con il quale il paziente si sente meno a suo agio (per almeno due o più volte) nel momento in cui si aggiunge la sfocatura.

Questo è dovuto dal fatto che la soppressione della sfocatura risulta essere più facile nell'occhio non dominante.

Molti test di dominanza oculare si basano proprio sull'individuazione dell'occhio che sopprime meglio immagini difettose (in questo caso a causa della sfocatura) assegnando al controlaterale il ruolo di occhio dominante sensoriale (anche noto come dominante sensoriale per inibizione)<sup>24</sup>.

Oltre a questi però sono stati ideati anche altri test di natura psicofisica tra cui il più utilizzato è quello della rivalità binoculare<sup>5</sup>, nel quale si valuta la durata relativa del periodo di predominanza di entrambi gli occhi, per cui considerata come valutazione della dominanza oculare<sup>24</sup>.

Ogni test di natura psicofisica implica che le connessioni inibitorie squilibrate tra i due occhi possono contribuire al dominio sensoriale<sup>5</sup>.

### Rivalità Binoculare

Come anticipato nell'introduzione, mediante l'esperimento di Giovanni Battista della Porta, la rivalità binoculare è quel fenomeno per il quale si presentano due immagini differenti, una per ciascun occhio, le quali andranno in competizione per stabilire quale sia quella che predomina (a livello temporale) assegnando all'occhio corrispondente il ruolo di occhio dominante (sensoriale).

Tuttavia però si è visto che di solito le mire ad alto contrasto impiegati nei test di rivalità binoculare li rendono meno rilevanti e simili rispetto a quanto potrebbe essere un contenuto visivo nel mondo reale con cui i soggetti sono costantemente a contatto<sup>24</sup>.

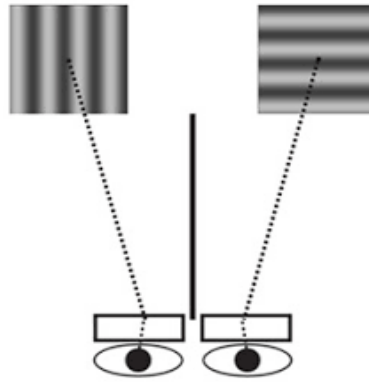


Figura1.8: Schema rivalità binoculare

Ulteriori metodi per la rilevazione della dominanza sensoriale si basano sulle tre funzioni visive spaziali: acuità di risoluzione, sensibilità al contrasto e sensibilità all'allineamento.

Su questi test si baserà proprio la nostra verifica sperimentale mediante FrACT.

Le procedure per lo svolgimento di questi esami possono variare, infatti possono essere svolti monocularmente (prima un occhio e poi l'altro) oppure in condizioni binoculari ma con l'alternanza di un elemento disturbante come può essere l'aggiunta di una lente positiva di +1,50D.

In condizioni monoculari, la dominanza sensoriale è correlata ad una performance migliore dell'occhio (soglie inferiori rispetto al non dominante), mentre in condizioni binoculari con l'aggiunta di un elemento disturbante, il dominio è legato ad una performance peggiore data la minor capacità soppressiva dell'occhio dominante ovvero alla maggior interferenza che l'occhio dominante esercita nella percezione complessiva.

Nell'acuità di risoluzione il compito è sempre quello di osservare l'orientamento di una determinata mira (es: C-Landolt); in modo analogo, nella sensibilità al contrasto il target tenderà a confondersi con lo sfondo se il contrasto della mira viene ridotto.

Nella sensibilità di allineamento invece lo scopo è quello di individuare la separazione tra due mire poste in verticali.

Il setting per ogni valutazione varia a seconda dello studio e non pare esserci un accordo generale in letteratura sul modo di condurre tale valutazione.

In un studio<sup>25</sup> per la rilevazione della dominanza sensoriale mediante questi tre test si sono usati stimoli generati da un sistema VSG 2/5 in un pc Dell Pentium e osservato attraverso un Clinton Monoray CRT da 21 pollici (1024 x 769 pixel; 0,34 mm per pixel) con correzione gamma monitor. Lo sfondo presenta una luminanza di 170 cd/m<sup>2</sup>.

Come già anticipato, la dominanza oculare spesso dipende dal tipo di attività svolta, proprio per questo per la maggior parte delle volte può non esserci coerenza tra i vari metodi utilizzati (in questo caso tre diverse funzioni visive spaziali) per la rilevazione della dominanza oculare.

### 3.5 Dominanza Motoria vs Dominanza Sensoriale

Abbiamo visto come la dominanza oculare possa dipendere dal compito, specialmente quando le attività svolte sono diverse come istruire l'osservatore ad avvistare un bersaglio attraverso un foro oppure indicare quale semi-immagine viene percepita di più durante la stimolazione della rivalità binoculare e quindi per questo la dominanza può presentarsi sotto forma di sensoriale o motoria<sup>2</sup>; ma non è detto che queste debbano coincidere sullo stesso occhio<sup>17</sup>, poiché si parla pur sempre di tipologie differenti di dominanza.

Molti autori che hanno sollevato la questione se un singolo test possa rappresentare un occhio dominante per la maggior parte delle attività hanno trovato una correlazione da scarsa a moderata tra i test di dominanza<sup>3</sup>.

Anzi, si è proprio visto come i risultati di diversi metodi di dominanza oculare (sensoriale e motoria) non mostravano alti livelli di accordo, il che andava a complicare ulteriormente l'utilizzo clinico di tali misure e ad evidenziare la necessità di una maggiore comprensione dei meccanismi neurali alla base della dominanza oculare<sup>5</sup>.

Nonostante l'elevata mancanza di correlazione tra l'occhio dominante motorio e quello sensoriale, si è visto che i soggetti aventi una elevata dominanza oculare tendono comunque a dare risultati più coerenti nei vari esami<sup>26</sup>.

Tra i vari studi che hanno avuto come obiettivo quello di misurare la dominanza oculare e la sua relativa entità, si è trovato che la maggior parte degli individui esaminati possedevano una dominanza oculare lieve (61%).

Questo dato suggerisce che questa è una motivazione per la minor affidabilità della dominanza oculare e può esser una motivazione dell'aver un disaccordo tra le varie misure di dominanza<sup>27</sup>.

Inoltre un appunto notevole da evidenziare è il fatto che, a differenza di quanto si sa per la dominanza motoria, l'influenza della distanza del test sull'entità della dominanza sensoriale è ad oggi ancora incompreso<sup>5</sup>.

# Capitolo 4

## L'IMPORTANZA DELLA DOMINANZA

### 4.1 La dominanza in Optometria

Il tema sulla dominanza oculare è stato affrontato per diverso tempo in molteplici dottrine, tra le quali l'optometria oltre che all'oftalmologia e la psicologia.

Nella pratica Optometrica, la conoscenza della dominanza oculare fornisce le basi per una serie di decisioni cliniche utilizzate durante la valutazione e il trattamento del sistema visivo.

Un esempio lo si potrebbe avere durante lo svolgimento dell'esame soggettivo optometrico: una tappa è quello del bilanciamento binoculare che è una fase dell'esame soggettivo molto delicata e importante.

Il suo scopo non è tanto quello di bilanciare le acuità visive dei due occhi, bensì quello di equalizzare lo stato accomodativo.

Nel caso non si riuscisse a raggiungere questo equilibrio allora la regola impone di dover favorire una miglior visione sempre all'occhio dominante.

Simile è l'idea per la valutazione dello stato eteroforico di un individuo, il quale si basa sul metodo della dissociazione con il prisma, strumento utile per ottenere una parziale interruzione della fusione, prima motoria e poi sensoriale.

Qui la regola indica che l'elemento dissociante (prisma) debba esser inserito avanti all'occhio dominante così in modo da limitare il più possibile la soppressione.

Questa regola è inerente con quanto studiato e sottolineato sul test di Marcos, nel quale si ricavava la dominanza dell'occhio in base al comfort.

Anche la prescrizione e la compensazione mediante prismi seguono delle indicazioni da tenere a mente.

Alcuni studi hanno affermato infatti che i soggetti aventi una visione binoculare normale e senza dominanza oculare elevata, i prismi possono essere assegnati per entrambi gli occhi indistintamente.

Contrariamente, nel caso di individui con anomalie binoculari e/o dominanza oculare di elevata entità, si pensa di dover privilegiare l'applicazione dei prismi avanti all'occhio dominante, tenendo in considerazione la probabilità di predominanza ridotta o soppressione dell'immagine prismatica<sup>28</sup>.

Per quanto riguarda invece l'assegnazione monoculare, questa di norma viene suddivisa tra i due occhi, con la maggior quantità sul non dominante data la maggior capacità soppressiva.

Questa strategia però è molto soggettiva, infatti se il soggetto preferisce una quantità maggiore sul dominante, allora si tenderà ad assecondare tale bisogno.

Il tema della dominanza oculare trova nel mondo della contattologia un ampio spazio d'interesse e importanza, soprattutto in quello che è il metodo della Monovisione<sup>20</sup>.

Si tratta di una tecnica utile per la compensazione della presbiopia nella quale un occhio viene utilizzato e focalizzato per il lontano e il controlaterale per il vicino.

L'indicazione più comune, che accomuna le strategie e i risultati di più studi scientifici, è quello di potersi ricavare la dominanza oculare motoria (per esempio col test del foro) e di prescrivere la lente a contatto per distanza all'occhio dominante.

Allo stesso modo, Benjamin e Borish (1994) hanno indicato una via parallela che si basa sul principio dell'adattamento all'annebbiamento, inerente comunque con la procedura per la Monovisione: occhio dominante focalizzato per lontano e occhio non dominante utilizzato per il vicino.

Sappiamo come l'occhio dominante sensoriale sia quello che, con l'aggiunta di un certo grado di sfocatura, si sente meno funzionale e/o confortevole.

Di conseguenza si può pensare che l'occhio non dominante sia quello più adatto alla focalizzazione per il vicino data la sua maggior elasticità nell'accettare un potere addizionale, rispetto a quanto potrebbe invece accadere all'occhio dominante, il quale a causa di una minor capacità soppressiva risulterebbe essere meno prestante.

Degli studi scientifici hanno esaminato il rapporto tra questa tecnica e la forza della dominanza oculare e sembrerebbe che, sulla base di evidenti dimostrazioni, una lieve dominanza motoria risulterebbe essere favorevole a questa tipologia di applicazioni di lenti a contatto e d'altra parte una forte dominanza sensoriale uno svantaggio.

Un particolare da sottolineare risiede nel fatto che se l'analisi della dominanza oculare è stata svolta sia da lontano che da vicino, l'ottico-optometrista potrebbe riuscire a prevedere il possibile adattamento alla Monovisione basandosi sulle differenze della dominanza da lontano in relazione con quella prossimale<sup>5</sup>.

La tecnica della Monovisione per quanto dia risultati soddisfacenti e con un tasso di successo attorno al 59-67% presenta comunque dei limiti:

- difficoltà di focalizzazione per distanze intermedie
- incapacità di soppressione di immagini artefatte durante la guida notturna
- compromissione della stereopsi, anche se la maggior parte degli individui non sembra esserne cosciente
- possibilità di uno scompenso della visione binoculare



In uno studio condotto da Pardhan e Gilchrist (1990)<sup>29</sup> si è visto come e se la sfuocatura monoculare fosse correlata alla sensibilità al contrasto.

Con il progressivo aumento del potere addizionale nell'occhio non dominante per la focalizzazione prossimale, la sensibilità binoculare diminuiva progressivamente fino ad arrivare ad un livello più basso rispetto a quello monoculare inducendo così uno scompenso e l'inibizione binoculare.

Questa rivelazione spiega il motivo del perché aggiunte di poteri fino a 1,50D vengono meglio tollerate e gestite dal soggetto (Franklin, 2005)<sup>30</sup>.

È chiaro quindi come il meccanismo della sfocatura (seppur molto soggettivo a livello quantitativo) sia il meccanismo sensoriale mediante il quale la Monovisione (naturale o indotta che sia) possa avere successo.

Data la differenza con la quale ogni soggetto riesce a sopprimere diverse quantità di sfocatura, si potrebbe testare la sfocatura in entrambi gli occhi e capire così a quale occhio potrebbe venire assegnata la correzione per la visione a distanza.

Charnwood evidenzia che la la dominanza motoria può variare in relazione alla correzione refrattiva d'un occhio<sup>31</sup>.

Questa è una precisazione da sottolineare dal momento in cui quando viene attuata la tecnica della Monovisione, si potrebbe andare a cambiare il predominio oculare, originando così dubbi sulla previsione del successo della compensazione o sulla decisione di quale occhio dovrebbe esser utilizzato per la visione a distanza.

Anche la Monovisione modificata (nell'occhio dominante viene applicata una lente a contatto monofocale per la visione da lontano e nell'occhio non dominante una lente a contatto bi/multifocale concentrica L-V) e le lenti bifocali differenziate (lenti a contatto bifocali concentriche in cui nell'occhio dominante la zona periferica è per il lontano e nel controlaterale per vicino ed entrambe le lenti presentano un potere centrale intermedio) seguono le stesse indicazioni della Monovisione classica<sup>18</sup>.

## 4.2 Ulteriori campi di applicazione

La dominanza oculare non è determinante solo per le considerazioni tecniche nel campo dell'optometria, ma gioca dei ruoli chiave anche in numerosi altri settori.

In questo paragrafo ci si limita all'introduzione dell'importanza della dominanza oculare in ambiti che non competono in prima persona ad un ottico-optometrista e per questo si evita la trattazione approfondita di tali argomenti.

La conoscenza di tale fenomeno risulta essere infatti utile anche (e soprattutto in certi casi) ai medici oculisti, per esempio: nel prendere decisioni riguardanti la gestione dell'ambliopia, della deviazione degli assi visivi (strabismo), della terapia monoculare e risulta essere determinante per quanto riguardano gli interventi chirurgici, dalla cataratta alla risoluzione dei vizi rifrattivi (nei quali solitamente l'occhio dominante viene corretto per la focalizzazione a distanza).

Ottenere una consapevolezza e un'analisi preoperatorie della dominanza oculare è un punto chiave per raggiungere il successo dell'intervento effettuato, sia nei risultati refrattivi che visivi oltre che al raggiungimento di un esito finale positivo e soddisfacente, dal momento in cui è stato osservato che la somma binoculare crollava in pazienti con elevata dominanza oculare<sup>3,27</sup>.

Oltre all'ambito tecnico e medico sanitario, la dominanza oculare è importante quanto curiosa anche per attività del tipo: tiro militare, al piattello, con l'arco, la caccia e prestazioni sportive in cui la dominanza viene analizzata e approfondita insieme alle altre tipologie di dominanze come quelle degli arti inferiore e superiori, infatti sul cricket possedere un dominio crociato (esempio: occhio destro e mano sinistra dominanti) sembra favorire l'atleta nell'attività<sup>3</sup>.

Uno studio condotto da Dalton et al.<sup>6</sup> ha voluto mostrare l'impatto della dominanza oculare durante lo svolgimento di una partita di golf.

Nel golf, l'atleta tende ad assumere due posizioni differenti: quella primaria (in cui si allinea la pallina al bersaglio) e quella dello sguardo diretto (in cui si cerca di allineare la mazza alla pallina piegandosi sui fianchi e con il capo rivolto verso il terreno).

Lo scopo di tale studio era quello di analizzare la dominanza oculare in entrambe le posizioni di sguardo per capire se queste coincidevano e se eventuali incongruenze potessero influire sulla performance dell'atleta.

Si è visto che le dominanze nelle due posizioni non sono uguali e che l'entità della dominanza durante lo sguardo diretto è nettamente inferiore a quella durante lo sguardo primario.

È bene quindi che gli allenatori di golf tengano in considerazione la dominanza oculare dei propri atleti in entrambe le posizioni di sguardo così da poter ideare le proprie strategie visive in modo più accurato possibile.

Può risultare utile anche nella chirurgia endoscopica, nell'odontoiatria e anche nell'industria tessile. I chirurghi prendono in considerazione la dominanza anche per interventi laparoscopici, nei quali si tende a tradurre una immagine in due dimensioni del campo operatorio in una mentale a tre dimensioni.

Anche nelle attività digitali la dominanza oculare sembra non essere indifferente, in quanto utile per una comprensione qualitativamente migliore della scena visiva e dei suoi dettagli più minimi<sup>3</sup>.

Infine la dominanza oculare influisce, seppure parzialmente, anche nella postura e nell'equilibrio dei soggetti.

# Capitolo 5

## ANALISI PRATICA

### 5.1 Obiettivo

L'obiettivo di questo esperimento pilota è stato quello di voler misurare, su un campione ristretto di 15 soggetti, le dominanze oculari: motoria e sensoriale.

Si è voluto poi confrontare i dati ricavati con la letteratura per osservare se esiste effettivamente una predominanza oculare (specialmente motoria) dell'occhio destro (circa 70%) e se c'è una scarsa corrispondenza tra le due tipologie di dominanze tra i due occhi.

### 5.2 Soggetti

A questo esperimento hanno partecipato 15 individui di età compresa tra i 18 e i 57 anni.

A livello preliminare ogni soggetto è stato sottoposto ad un controllo di acuità visiva, stato accomodativo e visione binoculare.

Nessun soggetto ha riportato risultati anomali che potessero influire sullo svolgimento del test ed ogni partecipante ha condotto l'esperimento con la sua correzione abituale, così da poter avere un'acuità molto simile (se non pari) tra i due occhi.

### 5.3 Strumentazione

Lo strumento cardine per lo svolgimento dell'esperimento è il FRaCT (software d'utilizzo comune).

Si è andati a lavorare sulla CSC (curva di sensibilità al contrasto) con il solo dato di contrasto per una mira con bassa frequenza spaziale e si è valutato qual è l'effetto sulla SC-Bino, AV- bino e Vernier-Bino della riduzione di acuità su un occhio o sull'altro (analogia con adattamento all'annebbiamento) e come questa relaziona con la sensazione e il comfort del soggetto.

Di seguito viene riportato la schermata del setting del FRaCT:

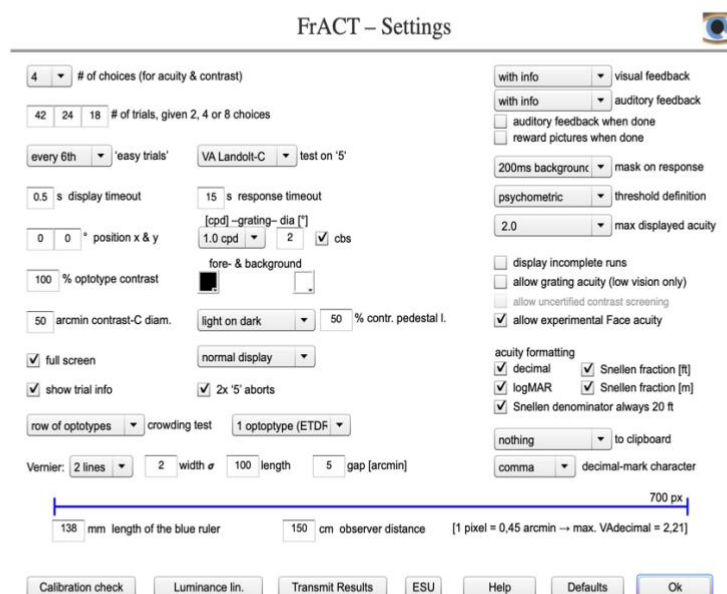


Figura 1.9: Settings FrACT

Tra i parametri scelti si sottolinea: una mira a bassa frequenza spaziale (1cpd) per un tempo di 0,5 s ad una distanza di 150 cm dal pc per aumentare la difficoltà del test.

Oltre al PC con l'app FrACT, sono risultati utili e indispensabili: tastiera wireless, un metro a nastro, un cartoncino forato per la rilevazione della dominanza motoria, un oclusore, una lente di prova di +1,50D, un ottotipo e un occhialino di prova nel caso un soggetto dovesse essere sprovvisto del suo ausilio ottico.

## 5.4 Procedura

Si parte con la rilevazione della dominanza motoria:

al partecipante gli si chiede di afferrare con entrambe le mani il cartoncino forato e di posizionarlo avanti a se con entrambe le braccia distese in modo da centrare un bersaglio in lontananza con entrambi gli occhi aperti.

L'esaminatore poi, servendosi dell'occlusore, andrà ad occludere alternativamente entrambi gli occhi. L'occhio che continua ad osservare il bersaglio in lontananza risulta essere il dominante motorio.

Una volta conclusa la prima parte dell'esperimento, si procederà con l'acquisizione dei dati mediante FrACT.

Il partecipante viene fatto posizionare ad una distanza di 150 cm dal pc con la sua correzione abituale nel caso dovesse esserne in possesso, altrimenti si andrà ad utilizzare l'occhialino di prova. Il soggetto viene munito di una tastiera wireless portatile per la risposta a distanza al test FrACT. L'AV-Bino consiste in un esercizio nel quale vengono proiettate 5 C-Landolt in sequenza per una durata di 0,5 s e con dimensioni variabili ad ogni mandata.



Figura 2.0: Test AV

Il soggetto osservando la lettera centrale (delle cinque totali) dovrà essere in grado di osservare l'orientamento della C e rispondere mediante i tasti con le frecce attraverso la tastiera wireless.

La SC-Bino invece è un esercizio nel quale viene presentata una singola C-Landolt (diam: 50 arcmin) che ad ogni mandata si confonderà in modo più o meno accentuato con lo sfondo.

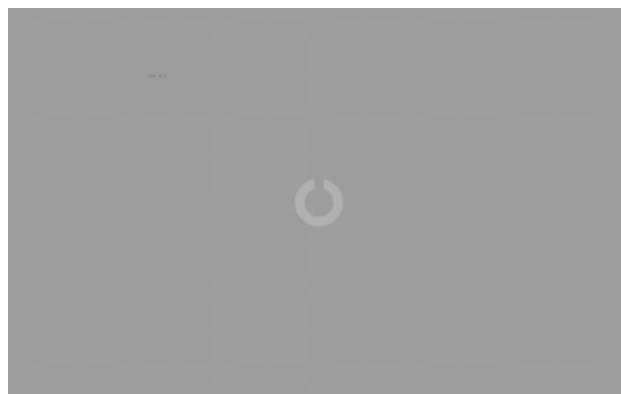


Figura 2.1: Test SC

Il soggetto dovrà sempre essere in grado di osservare l'orientamento della C e di rispondere mediante la tastiera.

In ultimo il Vernier-Bino è un test nel quale vengono proiettate due linee verticali poste una sopra l'altra.



Figura 2.2: Test Vernier

Lo scopo è quello di osservare lo spostamento (a volte minimo e di difficile interpretazione) della linea superiore rispetto alla linea inferiore con 'destra' o 'sinistra' come uniche risposte ammissibili. Una volta raccolti i dati per ogni esercizio, si farà posizionare il soggetto ad una distanza di circa 4 m da un ottotipo per la rilevazione della dominanza sensoriale.

Basandosi sul metodo dell'adattamento all'annebbiamento, l'esaminatore tenderà ad inserire un elemento disturbante, che in questo caso è dato da una lente +1,50D.

In modo alternato l'esaminatore posizionerà la lente avanti ai due occhi del soggetto chiedendogli di dichiarare con quale dei due occhi si sente meno confortevole durante l'osservazione dell'ottotipo. L'occhio con in quale il partecipante si sente meno confortevole a causa della sfuocatura indotta dalla lente +1,50D sarà il dominante sensoriale.

Fatto questo si riporta il partecipante alla distanza iniziale di 150 cm dal pc e si ripeterà la procedura dei tre esercizi precedenti (AV-Bino, SC-Bino e Vernier-Bino) ma con la lente +1,50D avanti a uno dei due occhi, scelto in modo arbitrario.

Al termine di questa seconda mandata di esercizi si tende a rimisurare la natura della dominanza motoria con addosso sempre l'aggiunta della lente positiva di +1,50D in uno dei due occhi.

In ultima fase, dopo aver acquisito i dati, si ripetono per la terza volta i tre esercizi (AV-Bino, SC-Bino e Vernier-Bino) ma con l'aggiunta del +1,50D nel controlaterale.

Ancora una volta si raccolgono i dati e si ricontrolla la natura della dominanza motoria mediante cartoncino forato. A questo punto l'acquisizione dati è terminata e ora comincerà la fase di analisi e confronto dei risultati.

## 5.5 Risultati

Sogg.	AV OU (Log Mar)	SC OU (%)	Vernier OU (sec d'arco)	+1,50 OD AV	+1,50 OS AV	+1,50 OD SC	+1,50 OS SC	+1,50 OD Ve	+1,50 OS Ve	D.M.	D.S.
Part.1	-0,05	1,12	31	-0,08	0,26	1,29	1,5	16,2	21,9	Dx	Sx
Part.2	-0,04	1,38	12,4	0,13	0,07	1,25	1,82	8,3	3,5	Dx	Dx
Part.3	0,11	2,18	9,9	-0,2	-0,08	2,28	2,53	6	9,6	Dx	Sx
Part.4	-0,08	1,78	12,9	-0,03	-0,12	1,88	1,27	13,5	18,9	Dx	Dx
Part.5	-0,3	4,01	8,2	-0,3	-0,3	2,72	3,27	6,4	8,6	Dx	Dx
Part.6	0,01	2,06	28,8	0,17	0,42	3,53	4,57	18,6	28,8	Sx	Sx
Part.7	-0,11	1,44	14,1	-0,08	-0,15	1,78	1,61	9,3	9	Sx	Sx
Part.8	-0,27	1,29	12	-0,17	0,16	1,69	1,52	4	23,7	Sx	Sx
Part.9	-0,17	1,71	9,4	-0,15	0,03	2,52	1,75	10,3	17,2	Sx	Dx
Part.10	-0,17	1,9	19,9	-0,19	-0,09	3,11	2,36	22	17,3	Sx	Dx
Part.11	-0,05	1,65	7	0,14	-0,11	2,19	1,9	58	3,5	Sx	Dx
Part.12	-0,27	1,21	15,3	-0,05	-0,26	1,88	1,97	22,4	6,9	Sx	Sx
Part.13	-0,25	0,88	7,4	-0,25	-0,18	2,18	2,37	15,1	3,1	Sx	Dx
Part.14	-0,3	2,48	11,6	-0,28	-0,18	3,87	4,42	6	10,3	Sx	Sx
Part.15	-0,28	2,68	9,9	-0,23	-0,27	4,42	2,9	13,2	7,7	Sx	Sx

Tabella I: Risultati dell'esperimento

In tabella non sono state riportate le dominanze sensoriali dedotte da ogni test (AV, SC, Vernier) nel confronto OD/OS con lente +1,50D.

In base ai dati si comprende quale sia l'occhio dominante sensoriale. Il dato più positivo (AV) o maggiore (SC e Vernier) tra i due occhi indica una performance peggiore in condizione binoculare, conseguenza della maggiore interferenza dell'occhio dominante nella percezione. Viceversa, un risultato migliore con entrambi gli occhi, indica che la condizione di disturbo (ad es. lente +1,50D)



ha minore influenza sulla percezione complessiva, pertanto l'occhio nella condizione di disturbo è considerato non-dominante.

Risultati dei t\_test in riferimento all'occhio dominante motorio con e senza penalizzazione:

	AV	SC	Vernier	+1,50 OD AV	+1,50 OS AV	+1,50 OD SC	+1,50 OS SC	+1,50 OD Ve	+1,50 OS Ve
t_test	0,173	0,532	0,781	0,887	0,809	0,069	0,385	0,166	0,956

Tabella II: P-Value in riferimento all'occhio dominante motorio

Risultati dei t\_test in riferimento all'occhio dominante sensoriale con e senza penalizzazione:

	AV	SC	Vernier	+1,50 OD AV	+1,50 OS AV	+1,50 OD SC	+1,50 OS SC	+1,50 OD Ve	+1,50 OS Ve
t_test	0,925	0,833	0,136	0,795	0,415	0,503	0,324	0,352	0,299

Tabella III: P\_Value in riferimento all'occhio dominante sensoriale

Risultati dei t\_test in riferimento a dominanza motoria e sensoriale omolaterale e controlaterale con e senza penalizzazione:

	AV	SC	Vernier	+1,50 OD AV	+1,50 OS AV	+1,50 OD SC	+1,50 OS SC	+1,50 OD Ve	+1,50 OS Ve
t_test	0,227	0,224	0,967	0,730	0,691	0,519	0,270	0,258	0,831

Tabella IV: P\_Value in riferimento a dominanza motoria e sensoriale omolaterale e non

Legenda:

Test	Unità di Misura
AV	LogMar
SC	%
Venier	Sec d'arco

Tabella V: Legenda dati

## 5.6 Discussione

Dopo la raccolta dati si sono svolti dei t-test per controllare e verificare se questi risultati avessero un significato a livello statistico.

I t-test sono stati svolti per vedere se i tre compiti di AV-Bino, SC-Bino e iperacuità di Vernier con o senza penalizzazione (data dalla sfuocatura della lente +1,50D) variavano nei due gruppi a seconda dell'occhio dominante motorio e dell'occhio dominante sensoriale.

Allo stesso modo sono stati svolti dei t-test su due gruppi suddivisi in base a chi aveva occhio dominante motorio e sensoriale coincidenti con chi invece aveva queste due dominanze separate sui due occhi.

Al termine si è visto che tali dati non restituivano risultati significativi.

Questo concorda con la letteratura<sup>8</sup> che indica che la dominanza è diversa con le diverse modalità di valutazione e invece non concorda con gli altri studi che indicano una analogia dell'occhio dominante pur adottando metodi diversi.

Si è comunque svolta una comparazione a livello qualitativo sull'utilità pratica e clinica tra quanto rilevato al test sulla DM e sulla DS e quanto si può dedurre dai test di AV, SC e iperacuità con mire Vernier.

Nell'AV si è osservato che sui 15 partecipanti, 6 di essi concordano solo parzialmente (N), 5 concordano in pieno (V), 3 hanno risultati contraddittori e quindi probabilmente errati (X) e infine 1 soggetto non sembra presentare differenze (?).

Nella SC si hanno 6 individui che concordano parzialmente (N), 5 hanno con risultati opposti (X) e 4 con risultati pienamente concordi (V).

In ultimo nell'iperacuità con mire Vernier si ritrovano che il numero dei partecipanti con risultati parzialmente concordi (N) sono 6, quelli che concordano pienamente (V) sono 4 e i probabili errati (X) sono 5.

Queste sono tutte stime fatte per ogni condizione di test, con quella direzione di sguardo e per quella specifica attività.

Tornando sui dati dei t-test, tra i limiti che hanno condotto i risultati a non avere un successo statistico rientra in prima fase il numero ristretto di partecipanti che diminuisce la potenza del test statistico.

Quindici individui per un test di confronto tra N gruppi è piuttosto piccolo, per questo si poteva anche pensare di poter raddoppiare (o anche triplicare) il numero di partecipanti anche se ciò non comportava un successo statistico al 100% perché una errata acquisizione dei dati poteva aggiungere una variabilità non trascurabile ai dati stessi.

Ulteriori limiti riguardano gli eventuali errori commessi durante l'esecuzione dei test, dovuti per esempio alla mancanza di concentrazione da parte dei partecipanti, ad uno scarso o insufficiente interesse nello svolgimento degli esercizi o nell'incomprensione tra esaminatore e partecipante nell'attuazione delle procedure.

La tendenza dei partecipanti ad avvicinarsi al test o le condizioni luminose che variano in base all'intensità della luce del sole (su tutti il SC-Bino) sono tutte variabili da tenere in considerazione perchè influenti sulla raccolta dati.

Infine c'è da considerare anche una possibile bassa sensibilità degli strumenti utilizzati, quindi del FrACT.

Il nostro è stato un metodo alternativo quanto sperimentale nel voler analizzare le dominanze oculari, soprattutto quella sensoriale.

Infatti la letteratura mostra come per la maggior parte delle volte, per la rilevazione della dominanza sensoriale si adottano dei metodi psicofisici, su tutti quello della rivalità binoculare in cui gli individui vedono un'unica immagine associata a uno dei due occhi, oppure osservano una percezione combinata dei due.

In più vengono utilizzati anche simulatori di visione binoculare (es: SimVis Gekko), stimoli naturalistici o dicopici a frequenza fissa (es: 5 Hz<sup>22</sup> e dimensioni pari a 1°), il test Worth 4 Dot o l'osservazione di oggetti stereo disparati.

Una nuova tecnica utilizzata e che si trova in letteratura è quella della misurazione della soglia di coerenza del movimento dicoptico<sup>27</sup>.

Per quanto riguarda invece la rilevazione della dominanza sensoriale in base alla tolleranza alla sfuocatura (sul quale si base anche il nostro esperimento mediante FrACT) in letteratura si trova che questa tecnica veniva svolta per due differenti livelli di sfuocatura dati da +1,50D e da +0,50D mentre il soggetto guarda binocularmente uno stimolo di lettere a lunga distanza di dimensioni maggiori di circa 0,2 LogMar della loro migliore acuità visiva<sup>24</sup>, dato trascurato nel nostro esperimento in quanto le mire utilizzate avevano dimensioni pari alla loro migliore acutezza visiva. Oltre a questo, anche in letteratura si ritrova il concetto di misurazione della dominanza sensoriale basata su acuità di risoluzione, sensibilità al contrasto e sensibilità di allineamento ma tutti e tre differiscono notevolmente dalle procedure riportate mediante FrACT<sup>25</sup>.

## Capitolo 6

### CONCLUSIONI

Nella pratica, vengono usati diversi metodi (spesso con scarsa correlazione tra un test ed un altro a causa di una bassa coerenza nelle modalità di misurazione) per la rilevazione della dominanza oculare, sia essa motoria che sensoriale.

La distinzione tra le due e la scelta della tecnica più efficace possibile per la loro rilevazione diviene fondamentale per ottenere quelle considerazioni tecniche desiderate per l'ideazione di quello specifico dispositivo compensativo (es: lenti a contatto per la monovisione) o nel portare a termine una valutazione generale e accurata sullo stato del sistema visivo.

La dominanza può essere infatti determinata in base a fattori motori in cui rientra la dominanza oculare di avvistamento, o anche da fattori sensoriali in cui c'è un netto contributo a migliorare la vista su esami sensoriali come ad esempio nell'acuità visiva<sup>25</sup>.

È lecito affermare come il fenomeno della dominanza oculare non sia un concetto fisso e statico, bensì una caratteristica dinamica e adattiva nel maggior numero di individui.

A conferma di quanto detto, alla base si ritrova il fatto che i risultati dei test per la rilevazione della dominanza oculare sono soggette a errori e variano in base a molteplici fattori, come le differenti direzioni di sguardo (in momenti temporali diversi) e la variazione della distanza del test.

Proprio per queste ragioni e fattori influenti è consigliabile adottare e individuare un test per ogni tipologia di dominanza che sia lo stesso per ogni soggetto esaminato, per evitare quindi di inserire variabili all'interno del test che possano 'sporcare' i risultati finali.

Plausibilmente, se più test indicano la stessa dominanza significa che tale condizione è presente, se invece si presenta variabilità allora la dominanza è poco marcata. Questo aspetto può essere molto significativo con tecniche non reversibili come la chirurgia e meno significativo con tecniche facilmente modificabili come le lenti a contatto.

Il concetto di plasticità della dominanza oculare lo si deve anche alla elevata capacità adattiva del sistema visivo in generale<sup>20</sup>.



## Bibliografia & Sitografia

1. Bucci M., *Oftalmologia*, Società Editrice Universo, 2001.
2. Ooi TL, He ZJ. Sensory Eye Dominance: Relationship Between Eye and Brain. *Eye Brain*. 2020 Jan 20;12:25-31. doi: 10.2147/EB.S176931. PMID: 32021530; PMCID: PMC6980844.
3. Chawla, Omna; Deepak, Desh. Dominanza oculare : una revisione narrativa. *Himalayan Journal of Ophthalmology* 16(1):p 16-19, gennaio-giugno 2022. | DOI: 10.4103/hjo.HJO\_7\_22
4. Carey DP. Vision research: losing sight of eye dominance. *Curr Biol*. 2001 Oct 16;11(20):R828-30. doi: 10.1016/s0960-9822(01)00496-1. PMID: 11676937.
5. Ho R, Thompson B, Babu RJ, Dalton K. Sighting ocular dominance magnitude varies with test distance. *Clin Exp Optom*. 2018 Mar;101(2):276-280. doi: 10.1111/cxo.12627. Epub 2017 Oct 31. PMID: 29090482.
6. Dalton, Kristine<sup>\*</sup>; Guillon, Michel<sup>†</sup>; Naroo, Shehzad A.<sup>‡</sup>. Ocular Dominance and Handedness in Golf Putting. *Optometry and Vision Science* 92(10):p 968-975, October 2015. | DOI: 10.1097/OPX.0000000000000690
7. Rice ML, Leske DA, Smestad CE, Holmes JM. Results of ocular dominance testing depend on assessment method. *J AAPOS*. 2008 Aug;12(4):365-9. doi: 10.1016/j.jaapos.2008.01.017. Epub 2008 May 2. PMID: 18455935; PMCID: PMC2679867.
8. Suttle C, Alexander J, Liu M, Ng S, Poon J, Tran T. Sensory ocular dominance based on resolution acuity, contrast sensitivity and alignment sensitivity. *Clin Exp Optom*. 2009 Jan;92(1):2-8. doi: 10.1111/j.1444-0938.2008.00312.x. Epub 2008 Aug 6. PMID: 18691218
9. Seijas O, Gómez de Liaño P, Gómez de Liaño R, Roberts CJ, Piedrahita E, Diaz E. Ocular dominance diagnosis and its influence in monovision. *Am J Ophthalmol*. 2007 Aug;144(2):209-216. doi: 10.1016/j.ajo.2007.03.053. Epub 2007 May 29. PMID: 17533108.
10. Heravian-Shandiz J, Douthwaite WA, Jenkins TC. Effect of attention on the VEP in binocular and monocular conditions. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1992 Oct;12(4):437-42. PMID: 1293531.
11. Ogle, K. N. (1962) Ocular dominance and binocular retinal rivalry. In: Chapter 18. *The Eye* (ed. H. Davson), Academic Press, New York, pp. 409–417.
12. Facchin, & Guzzetti. (2013, Aprile). Dominanza Oculare e Rivalità Binoculare. *Tratto da Professionale Optometry*.
13. Barca, L. N. (1984). Dominanza motoria e dominanza sensoriale. *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*. *Tratto da APA PsycNet*, 119-132.
14. Rombouts SA, Barkhof F, Sprenger M, Valk J, Scheltens P. The functional basis of ocular dominance: functional MRI (fMRI) findings. *Neurosci Lett*. 1996 Dec 27;221(1):1-4. doi:

- 10.1016/s0304-3940(96)13260-2. Erratum in: *Neurosci Lett* 1997 Mar 14; 224(2):147. PMID: 9014166.
15. Coren S, Porac C. Monocular asymmetries in visual latency as a function of sighting dominance. *Am J Optom Physiol Opt.* 1982 Dec;59(12):987-90. doi: 10.1097/00006324-198212000-00009. PMID: 7158657.
16. Coren S, Porac C. Size accentuation in the dominant eye. *Nature.* 1976 Apr 8;260(5551):527-8. doi: 10.1038/260527a0. PMID: 1264209.
17. Giorgi, R. (2017, Novembre 9). Il ruolo del recettore oculare nell'area cognitiva e nelle attività motorie.
18. Rossetti, A., & Gheller, P. (2003). *Manuale di optometria e contattologia*. Seconda edizione. Zanichelli.
19. Khan AZ, Crawford JD. Ocular dominance reverses as a function of horizontal gaze angle. *Vision Res.* 2001 Jun;41(14):1743-8. doi: 10.1016/s0042-6989(01)00079-7. PMID: 11369037.
20. Evans, B. J. (2007). Monovision: a review. In B. J. Evans, *Ophthalmic and Physiological optics* (p. 417-439).
21. Banks MS, Ghose T, Hillis JM. Relative image size, not eye position, determines eye dominance switches. *Vision Res.* 2004 Feb;44(3):229-34. doi: 10.1016/j.visres.2003.09.029. PMID: 14642894.
22. Valle-Inclan F , Blanco MJ , Soto D , Leiros L . Un nuovo metodo per valutare la dominanza oculare . *Psicologica* 2008 ; **29** : 55 – 64.
23. Leat SJ, Woodhouse JM. Rivalry with continuous and flashed stimuli as a measure of ocular dominance across the visual field. *Perception.* 1984;13(3):351-7. doi: 10.1068/p130351. PMID: 6514519.
24. Rodriguez-Lopez, V., Barcala, X., Zaytouny, A., Dorronsoro, C., & Eli Peli, S. Marcos. (2023, March 20). Monovision Correction Preference and Eye Dominance Measurements. Tratto da tvts, *Refractive Intervention*.
25. Suttle C, Alexander J, Liu M, Ng S, Poon J, Tran T. Sensory ocular dominance based on resolution acuity, contrast sensitivity and alignment sensitivity. *Clin Exp Optom.* 2009 Jan;92(1):2-8. doi: 10.1111/j.1444-0938.2008.00312.x. Epub 2008 Aug 6. PMID: 18691218.
26. Laby DM, Kirschen DG. Thoughts on ocular dominance-is it actually a preference? *Eye Contact Lens.* 2011 May;37(3):140-4. doi: 10.1097/ICL.0b013e31820e0bdf. PMID: 21455079.
27. Thompos, B. et al. (Dec.2010). Quantifying sensory eye dominance in the normal visual system: a new technique and insights into variation across traditional tests. *IOVS* .Vol.51, n.12.

28. Ross NC, Bowers AR, Peli E. Peripheral prism glasses: effects of dominance, suppression, and background. *Optom Vis Sci.* 2012 Sep;89(9):1343-52. doi: 10.1097/OPX.0b013e3182678d99. PMID: 22885783; PMCID: PMC3429711.
29. Pardhan S, Gilchrist J. The effect of monocular defocus on binocular contrast sensitivity. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1990 Jan;10(1):33-6. PMID: 2330211.
30. Franklin, AR (2005). Presbiopia e lenti a contatto. Parte 1: sfide ottiche delle lenti a contatto nella presbiopia. *Ottico* , 229 , 22-27.
31. JRB, C. (1949). Observations on ocular dominance. *The Optician*, 116, 85-88.



