



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Fisica e Astronomia "Galileo Galilei"

Corso di Laurea Triennale in Ottica ed Optometria

**TESI DI LAUREA**

***La visione guida del movimento corporeo:  
dall'organizzazione neurale all'allenamento visuo - motorio  
con metodo S.V.T.A.***

*Analisi di un allenamento visuo - motorio con valutazione dei  
dati raccolti*

**Relatore:** Dott. Federico Silvoni

**Laureanda:** Valentina Rugolotto

**Matricola:** 1068053

**Anno Accademico** 2015/2016



## **INDICE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Riassunto</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1 L'occhio vede, il cervello codifica, il corpo si muove</b>                                 | <b>3</b>  |
| 1.1 I meccanismi visivi precoci   | 3         |
| 1.1.1 La retina e la traduzione del segnale   | 3         |
| 1.1.2 La funzione retinica  | 5         |
| 1.2 Il percorso del segnale dalla retina al cervello  | 7         |
| 1.2.1 Meccanismi visivi precorticali  | 7         |
| 1.2.2 Meccanismi visivi corticali   | 9         |
| 1.3 Il trasferimento delle informazioni al sistema motorio volontario                           | 12        |
| 1.3.1 Anatomia della corteccia motoria  | 12        |
| 1.3.2 Movimento volontario: mediazione di connessioni tra corteccia cerebrale e midollo spinale | 13        |
| <b>2 L'organizzazione generale del movimento corporeo</b>                                       | <b>15</b> |
| 2.1 La sensibilità propriocettiva e la gestione dello spazio                                    | 15        |
| 2.2 Evoluzione dell'apprendimento motorio: l'importanza dell'esperienza motoria e visiva        | 17        |
| 2.3 Programmazione e controllo del movimento generale   | 19        |
| 2.4 Apprendimento di un'azione motoria specifica e suoi stadi                                   | 21        |
| <b>3 Il potenziamento della visione e della coordinazione visuo – motoria nello sport</b>       | <b>23</b> |
| 3.1 Lo Sport Vision Training  | 24        |
| 3.2 Il metodo S.V.T.A. e l'importanza della coordinazione visuo – motoria                       | 26        |
| 3.3 La sperimentazione  | 28        |
| 3.3.1 Introduzione e aree di lavoro   | 28        |
| 3.3.2 Metodo e materiale: fasi preliminari  | 32        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.3 <i>Allenamento e procedure</i>  | 39        |
| <b>4 <i>Analisi dei dati sperimentali e considerazioni</i></b>                | <b>45</b> |
| 4.1 <i>Risultati: gli effetti del training sulle abilità visive e motorie</i> | 45        |
| 4.2 <i>Conclusioni</i>  | 53        |
| <b><i>Bibliografia</i></b>  | <b>55</b> |

## **RIASSUNTO:**

La Visione è il senso primario responsabile di una buona prestazione visiva, in quanto, è il segnale che dirige il corpo.

Il cervello acquisisce la maggior quantità di informazioni e stimoli dal sistema visivo. Il fenomeno della visione è frutto di una complessa elaborazione di dati del cervello e quindi, più tale lavorazione è rapida più il gesto motorio che ne scaturisce risulterà preciso e in simbiosi con le necessità. L'atleta deve compiere velocemente e in modo coordinato diverse e complesse azioni motorie, adeguandole continuamente al mutare delle situazioni di gioco.

Perfezionando le abilità visive si migliora e velocizza l'elaborazione dei dati in entrata,ottimizzando infine anche la risposta neuro – motoria.

Ogni specifico sport richiede l'utilizzo di un insieme di abilità visive e proprio dal loro potenziamento ne scaturisce un miglioramento delle prestazioni sportive.

Considerando tale affermazione e i risultati di numerose ricerche, le quali sostengono la possibilità di allenare e migliorare varie capacità visive attraverso il Vision Training, è stata condotta una sperimentazione per confermare l'efficacia di programmi di allenamento visuo – motorio svolti con metodo S.V.T.A..

La sperimentazione ha coinvolto due squadre di pallavolo, di cui metà ha preso parte al programma di training visuo – motorio eseguito con metodo S.V.T.A.. È stato ipotizzato che i soggetti allenati avrebbero incrementato le loro abilità visive e l'efficienza visiva nel complesso, maggiormente rispetto al gruppo non allenato. Inoltre da tali miglioramenti, il gruppo sperimentale, avrebbero ricavato benefici utili per la performance sportiva.

A testimonianza dei benefici ottenuti con vari tipi di training visivo, grandi stelle del softball Lydia Clanton e Larry Fitzgerald e il portiere Richard Bacham i quali, sottolineano i miglioramenti conseguiti e l'innalzamento del loro livello di prestazione, attraverso questi specifici allenamenti.



## CAPITOLO 1

### ***L'OCCHIO VEDE, IL CERVELLO CODIFICA, IL CORPO SI MUOVE***

L'apparato oculare è formato da un insieme di diverse strutture le quali, nel loro complesso e in diversa misura, contribuiscono al fenomeno della Visione. La visione ha inizio con la captazione delle immagini da parte della retina e continua con la loro trasmissione attraverso il nervo ottico, il chiasma, i corpi genicolati per poi terminare nelle radiazioni ottiche della corteccia occipitale. Dal punto di vista funzionale si può distinguere oltre, alla componente "ottica" precedentemente descritta, anche una parte "energetica" costituita da una via che lascia il chiasma per stimolare il sistema diencefalico – ipofisario<sup>1</sup>.

L'apparato oculare comprende il bulbo oculare, le vie ottiche e gli annessi oculari<sup>2</sup>.

#### ***1.1 I meccanismi visivi precoci***

##### ***1.1.1 La retina e la traduzione del segnale***

La visione è il prodotto di un insieme di fenomeni costituiti da: ricezione, conduzione ed elaborazione dello stimolo. Tale stimolo, da cui tutto ha origine, è la luce fattore eccitante e naturale della retina.

La retina, costituisce la membrana nervosa del bulbo oculare ed è formata da dieci strati istologici tra i quali sono localizzati vari tipi di cellule: i neuroni recettori, coni e bastoncelli; le cellule bipolari e gangliari, conduttrici dell'impulso; le cellule orizzontali ed amacrine che creano associazione ed integrazione tra gli stimoli e altre cellule con funzione di sostegno, come quelle gliari di Müller.

Concentriamoci ora sui fotorecettori, essi infatti sono quel particolare tipo di cellule, in grado di trasformare l'adeguato stimolo di luce in impulso nervoso.

---

<sup>1</sup> Complesso anatomico e funzionale formato dall'ipotalamo e dall'ipofisi, centro di regolazione neuroendocrina dell'omeostasi. "Dizionario di medicina Treccani"

<sup>2</sup> G. Bucci, 1999

FOTOCHIMICA DELLA VISIONE - I fotorecettori, coni e bastoncelli, al loro interno possiedono un particolare pigmento fotosensibile il quale, per effetto della luce, ha la capacità di decolorarsi.

Nei bastoncelli tale pigmento è chiamato rodopsina. Nei coni invece sono presenti tre tipi di fotopigmento, associati tra di loro: in alcuni la cianopsina, in altri la cloropsina e in altri ancora l'eritropsina; essi reagiscono rispettivamente alle radiazioni di lunghezze d'onda ( $\lambda$ ) corte (blu), medie (verde) e lunghe (rosse). I foto pigmenti, di entrambi i fotorecettori, hanno comunque le stesse caratteristiche della rodopsina, perciò si tiene essa come esempio.

La rodopsina è una proteina coniugata, formata da una componente proteica chiamata opsina e ad una non proteica, il retinale.

In condizione di riposo, all'oscurità essa si presenta di colore rosso scuro, ma per l'effetto della luce cambia conformazione sbiancandosi. Decolorandosi completamente causa il distacco dell'opsina dal retinale, provocando così, una variazione del potenziale di carica elettrica nella membrana del fotorecettore. Tale cambiamento, se efficiente, innesca l'impulso nervoso che giungerà ai centri corticali della visione.

Il fenomeno dell'assorbimento della rodopsina, da origine ad una serie di reazioni chimiche a cascata come: la liberazione di energia e la modificazione della permeabilità di membrana dei fotorecettori. Quest'ultimi si iperpolarizzano e trasmettono il segnale alle cellule bipolari ON e OFF che, a loro volta, lo invieranno alle gangliari.

Gli assoni delle cellule gangliari costituiscono il nervo ottico e, in base alla loro tipologia, proiettano ai sei strati del corpo genicolato laterale, situato nel talamo. Infine, la maggior parte delle fibre della cellule gangliari escono dal corpo genicolato laterale e proiettano alla corteccia visiva primaria, mentre una piccola parte prima proietta al collicolo superiore e da qui poi, alla corteccia visiva.

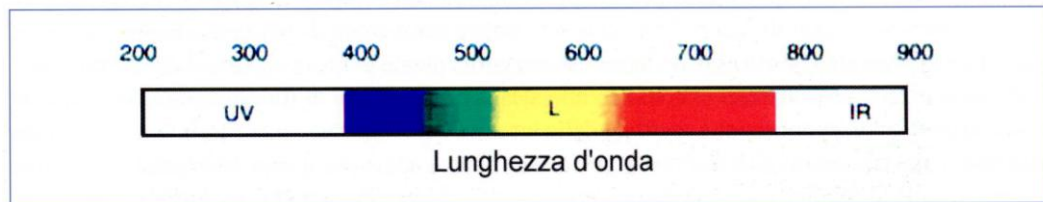


### 1.1.2 La funzione retinica

L'espressione della funzione retinica è rappresentata da un'insieme di contributi: il senso luminoso, il senso cromatico, l'acutezza visiva centrale e il campo visivo.

**SENSO LUMINOSO** - Il senso luminoso è alla base della percezione visiva. I fotorecettori sono sensibili ad un preciso intervallo di energia luminosa chiamato *spettro del visibile*.

La quantità di energia luminosa emessa dallo stimolo osservato (*luminanza*) deve essere tale da suscitare la sensazione (*brilliantanza*), valore dipendente dalla sensibilità retinica e denominato *valore di soglia*. Maggiore è la soglia, minore sarà la sensibilità retinica e viceversa ( $\text{sensibilità} = 1/\text{soglia}$ ).



**Figura 1:** Lo spettro del visibile comprende radiazioni elettromagnetiche di  $\lambda$  tra 400 e 760 nm<sup>3</sup>

**Fonte:** Lupi V. in "Lezioni di anatomia e fisiopatologia oculare per studenti di Optometria"

**SENSO CROMATICO** - Il senso cromatico corrisponde all'apprezzamento qualitativo dello stimolo luminoso, possibile solo a certi livelli di luminanza.

Nello spettro del visibile ad ogni  $\lambda$  corrisponde un colore. La percezione dei colori è massima entro i 30° centrali del campo visivo, zona in cui i coni raggiungono la maggior densità. Tale concentrazione decresce progressivamente allontanandosi dalla fovea, di conseguenza anche la capacità di percezione di stimoli cromatici cala drasticamente fino ad essere completamente assente in periferia<sup>4</sup>.

Le diverse teorie<sup>5</sup> che spiegano come, nel sistema visivo, si sviluppi il senso cromatico sono d'accordo nel riconoscere l'esistenza di tre tipi di coni i quali, se eccitati da determinate  $\lambda$  e lavorando sinergicamente con la corteccia cerebrale,

<sup>3</sup> V. Lupi, 2004

<sup>4</sup> Coni: massima densità foveale, rispondono in condizioni di alta illuminazione dando vita alla visione diurna, dei colori, dettagliata, nitida e precisa.

Bastoncelli: massima densità in periferia, rispondono in condizioni di bassa illuminazione dato luogo alla visione notturna e grossolana. "Kandel E.R. et, 2015"

<sup>5</sup> Teoria tricomatica di Young, Teoria di Helmholtz, Teoria di Hering. "Lupi V.; 2004"

danno vita ad una vasta gamma di sensazioni cromatiche. La corteccia ha un ruolo fondamentale nella discriminazione dei colori, poiché il colore viene percepito solo quando il sistema nervoso trasduce i rapporti di eccitazione luminosa tra i tre tipi di coni.

ACUTEZZA VISIVA CENTRALE – è inversamente proporzionale alle dimensioni dell'oggetto che gli occhi riescono a discriminare ad una data distanza, più l'oggetto è piccolo maggiore è l'acutezza.

Esaminiamo ora i diversi tipi di acuità visiva in relazione a diverse efficienze del sistema visivo:

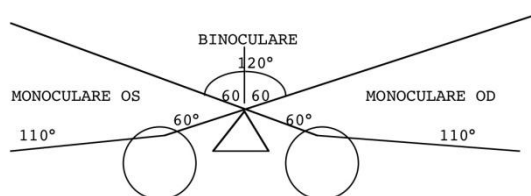
- *Acutezza morfoscopica* (minimo riconoscibile o leggibile);
- *Acuità di allineamento* (minimo allineabile o localizzabile);
- *Minimo percettibile o rilevabile*: è la capacità di percepire o meno la figura, a contrasto positivo (figura chiara su sfondo scuro) o negativo (scuro su chiaro).
- *Acuità visiva statica*: è la funzione valutata durante la “misurazione della vista” ed esprime il potere del sistema visivo. In genere viene chiamata acutezza visiva o “visus” e si reputa “normale” quando raggiunge i  $10/10 = 1'$ ; è massima in fovea ( $1' = 0^\circ$ ) e decresce drasticamente nelle regioni parafoveali.
- *Acutezza visiva dinamica*: è la capacità di discriminare i dettagli di oggetti in movimento. Determinante per possedere una buona acuità visiva dinamica è un elevato livello di sensibilità periferica<sup>6</sup> e di coordinazione binoculare, al fine di mantenere la fissazione con continuità sull'oggetto in movimento a diverse distanza.
- **CAMPO VISIVO**: può essere definito come “la proiezione nello spazio esterno di tutti i settori retinici sensibili alla luce”<sup>7</sup>. Esso quindi, rappresenta l'insieme dei punti dello spazio che l'occhio, fermo in posizione primaria di sguardo, può captare intorno al punto di fissazione; esso dipende dalla conformazione delle orbite, dalla posizione dei bulbi, dalla prominente del naso, dall'avanzamento

---

<sup>6</sup> La retina periferica è deputata alla percezione dei contorni, dei contrasti e del movimento; nonostante l'acutezza visiva sia molto ridotta.

<sup>7</sup> V. Lupi, 2004

dell'ora serrata<sup>8</sup> e dal diametro di apertura della pupilla. È misurabile in grandezze angolari e suddivisibile in più zone: una centrale, all'interno dei 30°, la quale corrisponde alla retina centrale – maculare e in zone periferiche che corrispondono alle parti retiniche più estreme. Le dimensioni del campo visivo monoculare sono 60° in alto, 70° in basso, 60° dal lato nasale e 110° dal lato temporale<sup>9</sup>. La sovrapposizione dei due singoli campi visivi forma una porzione centrale binoculare, che produce una visione tridimensionale e due falci periferiche prettamente monoculari e bidimensionali. Il campo binoculare ha un'estensione di circa 120° (60° da una parte e 60° dall'altra parte della linea mediana) e la falce monoculare misura circa 25°-40°.



**Figura 2:** Campo visivo binoculare.  
**Fonte:** "Esame visivo" di M. Formenti, 2008-2009

## **1.2 Il percorso del segnale dalla retina al cervello**

La visione è un fenomeno molto complesso che richiede la collaborazione di vari meccanismi retinici, precorticali e corticali.

Gli stimoli visivi di base originano in retina, subiscono una prima elaborazione nel centro di visione inferiore, cioè nel corpo genicolato laterale (NGL) e proseguono il loro percorso fino al centro di elaborazione finale, la corteccia visiva primaria.

### **1.2.1 Meccanismi visivi precorticali**

Il corpo genicolato laterale (NGL) è considerato sede della prima elaborazione degli impulsi di base e unico collegamento tra retina e corteccia cerebrale visiva.

Gli assoni ganglionari retinici dell'occhio destro convergono nel nervo ottico e vanno ad incrociandosi con il nervo ottico dell'occhio sinistro, a livello del chiasma. Da qui, le fibre visive, provenienti dalle emiretine nasali, subiscono una

<sup>8</sup> Ora serrata: linea di confine tra la parte sensibile e la parte cieca della retina. (V. Lupi, 2004)

<sup>9</sup> Harrington, 1983

decussazione<sup>10</sup> parziale, l'80% di esse prosegue il loro cammino attraverso i tratti ottici per terminare nel corpo genicolato laterale del talamo, quindi alla corteccia visiva. Il 20% delle informazioni, invece, raggiunge il diencefalo e il mesencefalo.

La struttura e l'organizzazione funzionale del NGL è molto simile a quella della corteccia visiva primaria, esso infatti è la struttura principale che vi proietta.

Anatomicamente il NGL è organizzato in sei strati disposti in senso ventro-rostale, cioè dal basso verso l'alto. L'elaborazione delle informazioni avviene in sistemi retinocorticali paralleli, situati tra questi vari strati.

Uno di questi è il sistema parvocellulare (Pc) caratterizzato da cellule piccole, localizzate negli strati dorsali (3, 4, 5, 6) e attivate da movimenti lenti. Esse sono sensibili a contrasti deboli e alle  $\lambda$ <sup>11</sup> per cui, indispensabili per la percezione cromatica e dei dettagli fini.

Il sistema magnocellulare (Mc) invece, è costituito da cellule grandi, localizzate negli strati ventrali (1 e 2) e attivate da movimenti rapidi, sono insensibili al colore ma fondamentali per la percezione della profondità e del movimento, grazie alla loro elevata sensibilità per le frequenze spaziali basse<sup>12</sup>.

Inoltre, diversi studi hanno dimostrato che questo tipo di sistema è deputato allo svolgimento di compiti di iperacuità (segnali spaziali di alta precisione e acuità di Vernier<sup>13</sup>) e a compiti spaziali (rilevazione di una dislocazione dei bordi appena distinguibile)<sup>14</sup>.

Nonostante le numerose differenze funzionali tra questi sistemi, vari studi rilevano un'ampia sovrapposizione funzionale tra i due tipi di cellule i quali, collaborano fortemente per permettere una visione ottimale e globale

---

<sup>10</sup> Decussazione: "In vari contesti biologici si intende un incrociamiento. Il termine deriva dal latino *decussatio*. Nel cervello, alcune fibre nervose passano obliquamente dal lato di origine, a quello opposto, da destra a sinistra e viceversa. (Wikipedia)

<sup>11</sup> Shapley e Perry, 1986

<sup>12</sup> Lee, 1996

<sup>13</sup> Acuità di Vernier o di nonio: è una mira per la rilevazione dell'acuità di allineamento (detta anche iperacuità), nello specifico in questo test è necessario allineare due indici lineari il cui limite è 4-5" d'arco. (A. Rossetti, P. Gheller)

<sup>14</sup> Valberg et al, 1992

Un'ulteriore tipo di cellule è localizzato e presente nei diversi strati del CGL, tali cellule sono chiamate K e costituiscono il sistema konio.

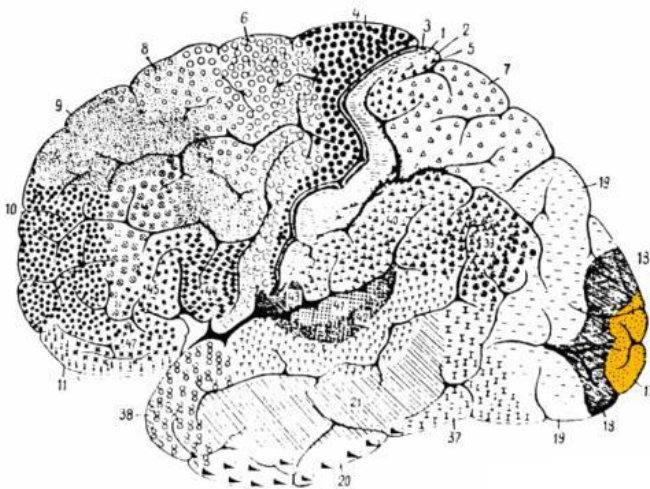
Di fondamentale importanza è ricordare che le informazioni visive di provenienza retinica non vengono proiettate ai centri corticali solo dal CGL, ma contribuiscono a questo passaggio anche tre altre regioni sottocorticali: la *regione pretettale mesencefalica*, i *collicoli superiori* nel mesencefalo, la *regione del nucleo soprachiasmatico* dell'ipotalamo.

### 1.2.2 Meccanismi visivi corticali

Le informazioni visive in uscita dal talamo e dalle altre regioni sottocorticali, giungono parzialmente elaborate, nella parte di corteccia cerebrale localizzata nel lobo occipitale, chiamata *corteccia visiva primaria* (V1) e conosciuta anche, come *corteccia striata*. In questa regione corticale tali informazioni vengono separate e categorizzate per un'analisi più elaborata nelle aree visive

specializzate della corteccia extra striata.

La V1 (area 17 di Brodmann) infatti, è circondata da altre aree visive extra striate, secondarie (area 18, parastriata) e terziarie (area 19, peristriata): "la 17 è strettamente adibita alla sola percezione, mentre 18 e 19 sono destinate ad interpretarla, integrandola con altre sensazioni di genere differente"<sup>15</sup>.



**Figura 3:** In giallo è evidenziata la corteccia visiva primaria corrispondente all'area 17 di Brodmann.

**Fonte:** [www.altrimondi.altervista.org/la-corteccia-visiva-primaria/](http://www.altrimondi.altervista.org/la-corteccia-visiva-primaria/)

<sup>15</sup> V. Lupi; 2004

Da un punto di vista citoarchitettonico la corteccia visiva è caratterizzata da un'ampia stria di fibre mieliniche e da un prominente sviluppo dello strato granulare interno (strato IV) ed esterno, il quale riceve afferenze da regioni sottocorticali. È localizzata nella porzione mediale di ogni lobo occipitale intorno ad un solco della corteccia, detto scissura calcarina.

La V1 riceve afferenze principalmente dalla parte dorsale del CGL, su cui le cellule gangliari retiniche proiettano in modo perfettamente organizzato, secondo una rappresentazione retinotopica<sup>16</sup>, ma non completamente uniforme. Infatti, le fibre originarie dalla periferia retinica raggiungono in minor quantità la zona anteriore dell'area striata, mentre le fibre provenienti dalla zona maculare giungono in percentuale molto maggiore nella zona posteriore. "L'area corticale deputata alla rappresentazione maculare è grande quanto quella deputata alla restante retina"<sup>17</sup>.

L'organizzazione della corteccia conserva l'organizzazione della principale struttura che vi proietta, il corpo genicolato laterale. Le proiezioni provenienti dal CGL terminano principalmente nel IV strato della corteccia, suddiviso a sua volta in altri tre sottostrati: A, B, C. Il C è ulteriormente suddiviso in IVC $\alpha$  e IVC $\beta$ .

Le proiezioni di cellule dal CGL, anatomicamente e funzionalmente diverse, danno origine a sistemi differenti ma cooperanti:

- il primo, detto *sistema magnocellulare* proietta alle zone parietali inferiori, responsabili della definizione degli aspetti spaziali della percezione visiva e all'analisi della direzione del movimento degli stimoli visivi.
- il secondo e il terzo, detti *sistemi parvocellulari* proiettano alle regioni temporali inferiori, addette alla percezione delle caratteristiche strutturali, come forma e colore, degli stimoli visivi.

---

<sup>16</sup> Rappresentazione retinotopica: gruppi di cellule retiniche vicine proiettano a gruppi di cellule contigue dei nuclei del talamo, le quali, a loro volta proiettano a regioni continue della corteccia visiva.

<sup>17</sup> V. Lupi; 2004

Il secondo sistema, chiamato parvocellulare - interblob, come si può intuire dal nome, riceve afferenze dal sistema parvocellulare del CGL, origina dalle regioni interblob (intermedie) ed è in grado di analizzare le forme colorate che ci circondano.

Il terzo sistema, detto parvocellulare – blob, riceve anch'esso afferenze dal sistema parvocellulare, origina dalle regioni blob (o di addensamento) e analizza gli attributi cromatici degli stimoli visivi.

Più recentemente è stata proposta l'esistenza di un terzo sistema<sup>18</sup>, detto K, che origina da piccole cellule localizzate tra le lamine superficiali del corpo genicolato laterale e proietta agli stradi di V1. I neuroni K del NGL hanno funzioni intermedie tra le risposte delle cellule Parvo e Magno ma, la principale funzione che li caratterizza è legata alla percezione degli stimoli durante i movimenti oculari.

Ognuno dei sistemi, precedentemente descritti, analizza in parallelo aspetti diversi, dell'informazione visiva che dalla retina raggiunge la corteccia, quali il movimento, le forme, il colore.

La cooperazione di questi sistemi è dovuta all'organizzazione colonnare della corteccia: i campi recettivi dei neuroni sono strutturati in colonne verticali contenenti cellule semplici e complesse a medesimo orientamento, dette colonne di orientamento<sup>19</sup>.

Un blocco di 1mm X 1 mm di corteccia striata che contiene "tutti i meccanismi necessari per le analisi che la corteccia viene chiamata ad eseguire, in una piccola parte di campo visivo"<sup>20</sup> è detta ipercolonna. Ogni ipercolonna analizza una piccola zona di retina; ipercolonne adiacenti analizzano informazioni da aree retiniche adiacenti.

Ogni ipercolonna contiene una miriade di cellule con straordinarie capacità ed è quindi in grado di estrapolare informazioni del mondo circostante come: la

---

<sup>18</sup> Casagrande, 1994

<sup>19</sup> Hubel e Wiesel, 1962

<sup>20</sup> Hubel, 1972

*posizione*, la *stereopsi* (percezione della profondità spaziale), la *direzione del movimento* e l'*orientamento* di tutto ciò che ci circonda.

A livello della corteccia visiva avvengono dunque, un insieme di processi ed elaborazioni degli stimoli visivi i quali, da semplici immagini capovolte e bidimensionali vengono straordinariamente trasformate in immagini diritte, tridimensionali ed "integrate" dalla realtà.

La corteccia striata effettua questa notevole elaborazione degli stimoli ma è l'intero cervello che ci permette di osservare gli oggetti così come sono realmente.

### **1.3 Il trasferimento delle informazioni ai sistemi motori**

#### **1.3.1 Anatomia della corteccia motoria**

La corteccia motoria è la regione del cervello coinvolta nella pianificazione, nel controllo e nell'esecuzione dei movimenti volontari del corpo. Tutto questo è possibile grazie alla sua capacità di trasmettere, alle cellule dei nuclei dei nervi cranici e alle cellule del midollo, gli impulsi per i movimenti compiuti attraverso la nostra volontà.

Anatomicamente essa è posizionata nella parte posteriore del lobo frontale e può essere suddivisa in diverse aree funzionali:

- la *corteccia motoria primaria* (M1) corrisponde all'area 4 di Brodmann e controlla direttamente l'esecuzione dei movimenti. Essa è suddivisa in sei strati, e il V strato, chiamato "strato piramidale interno" contiene le cellule piramidali giganti, cioè i motoneuroni responsabili della contrazione degli organi effettori (muscoli o gruppi muscolari);

-la *corteccia motoria secondaria* (M2) comprende:

1) la *corteccia premotoria*, situata davanti all'area M1, contribuisce alla creazione degli schemi motori e agisce direttamente sugli organi effettori;



2) l'area *motoria supplementare* si occupa della coordinazione e della pianificazione dei movimenti complessi (sequenze di movimenti o coordinazione dei movimenti degli arti distali).

### **1.3.2 Movimento volontario: mediazione di connessioni tra corteccia cerebrale e midollo spinale**

Le informazioni sensoriali e motorie vengono elaborate da un gran numero di vie diverse del sistema nervoso centrale, tutte simultaneamente attive. Ogni via funzionale è formata da connessioni organizzate, come già visto, in modo seriale fra gruppi distinti di neuroni. In ciascuna di queste vie un gruppo di neuroni elabora informazioni progressivamente più complesse o più specifiche rispetto a quelle elaborate dal gruppo precedente.

Come avviene tutto ciò nella corteccia motoria?

Una delle principali funzioni dei sistemi percettivi è quella di fornire informazioni sensoriali necessarie per le varie attività motorie. Come precedentemente affermato, anche la corteccia motoria primaria (M1) è organizzata secondo uno schema somatotopico; regioni specifiche di M1 influenzano l'attività di specifici gruppi muscolari. Gli assoni dei neuroni del V strato della corteccia proiettano attraverso il tratto corticospinale (composto per il 40% da assoni che originano in M1) al corno ventrale<sup>21</sup> del midollo spinale e discendono attraverso la sostanza bianca sottocorticale, la capsula interna e i peduncoli cerebrali del mesencefalo.

Proseguendo la loro discesa, queste fibre formano due protuberanze denominate piramidi bulbari, conferendo così all'intera porzione il nome di tratto piramidale.

La via corticospinale poi, si porta al lato opposto del midollo spinale. Qui buona parte delle fibre attraversa il bulbo, a livello della cosiddetta decussazione delle piramidi e, un 10% di esse non si decussa finché non raggiunge il segmento midollare in cui andranno a terminare. Le fibre corticospinali creano connessioni

---

<sup>21</sup> "Corno ventrale: zona del midollo spinale in cui sono localizzati i motoneuroni e gli interneuroni (regolatori dell'attività dei motoneuroni)" (E. R. Kandel et al; 2015)

con i motoneuroni, fondamentali per l'esecuzione dei movimenti più complessi, come l'afferrare un oggetto, muovere le dita o il cammino.

Per rendere precisi i movimenti volontari e far sì che avvengano nella sequenza più corretta, le informazioni motorie ritrasmesse dal tratto corticale vengono continuamente modulate sia da informazioni sensoriali sia da informazioni provenienti da altre regioni motorie; inoltre, è fondamentale che il flusso di informazioni tattili, visive e propriocettive sia costantemente presente. L'uscita dalla corteccia motoria è anche fortemente influenzata da altre regioni motorie cerebrali, come il cervelletto e i nuclei della base.

Queste regioni sono essenziali sia per l'esecuzioni dei movimenti in modo fluido e scorrevole sia per l'apprendimento motorio che permette di migliorare le abilità motorie con la pratica. Alterazioni funzionali di queste delicate zone, provocano l'insorgenza di disturbi caratteristici del movimento particolarmente evidenti come tremore, rigidità, povertà del repertorio e movimenti coreiformi<sup>22</sup>.

*Esempio<sup>23</sup>: Un giocatore di tennis che osserva la palla avvicinarsi, utilizza la corteccia visiva per valutare le dimensioni, la direzione e la velocità della palla. La corteccia premotoria sviluppa invece un programma motorio per colpirla.*

*Nel momento in cui il giocatore deve eseguire il rinvio, la corteccia motrice invia segnali al midollo spinale per attivare e inibire vari muscoli delle braccia e delle gambe. I nuclei della base avviano gli schemi motori e probabilmente, prendono parte anche alla rievocazione di schemi motori appresi in precedenza per poter successivamente colpire correttamente la palla. La modulazione dei movimenti basati sulle informazioni propriocettive, ricevute dalla periferia, avviene grazie all'attività del cervelletto.*

---

<sup>22</sup> E. R. Kandel et al; 2015

<sup>23</sup> Tratto dalla figura 15-1 di E.R. Kandel et al; 2015

## CAPITOLO 2

### L'ORGANIZZAZIONE GENERALE DEL MOVIMENTO

Il movimento corporeo permette all'essere umano di porsi in relazione con l'ambiente esterno e di manipolarlo, ne controlla la posizione nello spazio, mantiene e corregge la sua postura. Esso è controllato e manipolato da un complesso insieme di sistemi motori connessi fra di loro. Prima di addentrarsi nella raffinata programmazione del movimento corporeo, verranno analizzate le sue basi.

#### 2.1 La sensibilità propriocettiva e la gestione dello spazio

*“Siano lodati i nostri sensi, che ci consentono magicamente di avvertire certi stati vibratorii, quali la luce e i colori, o il caldo o i suoni e ci restituiscono le forze d'attrazione chimica sotto forma di sapori e odori. Insomma, tutto lo splendore incantevole e la freschezza vivificante del mondo sensibile, noi li dobbiamo unicamente ai simboli con cui i sensi ci raccontano le cose. [...] Pensiamo ai mesi, forse agli anni di lavoro che sarebbero necessari a un fisico per definire tutti i toni di colore di un paesaggio visto una volta, che il nostro occhio acquisisce con un solo sguardo, pronto a cogliere altrettanto in fretta una nuova immagine”*

*(Hermann von Helmholtz)<sup>24</sup>*



Figura 4: Organizzazione della percezione sensoriale

<sup>24</sup> “Il senso del movimento”; Berthoz A.; 1998

Tutti gli esseri viventi, dal punto di vista motorio, devono essere in grado di adattarsi all'ambiente circostante e di esercitare la propria attività, sia statica che dinamica. Tale adattamento conferisce la possibilità di cogliere tutto ciò che accade nell'ambiente, di conformarsi ad esso e di assumere così, le più consone posizioni imposte dalle varie situazioni e dalle proprie esigenze di comportamento. Tutto questo è realizzabile nel momento in cui l'uomo acquisisce la consapevolezza e la capacità di gestire lo spazio che lo circonda. "Nella gestione dello spazio la visione interviene, rispetto agli altri sensi, per l'83%"<sup>25</sup>; le strutture oculari rappresentano infatti, un vero e proprio "analizzatore spaziale" fornendo così una mappatura dello spazio. In tale organizzazione intervengono in minor quantità, anche altre variabili, tra cui i sensi e il Sistema Tónico – Posturale. Esso comprende: la postura, il supporto posturale alla gravità, l'equilibrio corporeo e la percezione spazio – tempo.

La postura si può definire come "ciascuna delle posizioni assunte dal corpo, contraddistinta da particolari rapporti tra i diversi segmenti somatici. Il concetto quindi, va oltre ad una condizione statica, rigida ed essenzialmente strutturale; si identifica invece, nel concetto più generale di equilibrio, inteso come ottimizzazione del rapporto tra soggetto e ambiente circostante, cioè quella condizione in cui il soggetto stesso assume una o una serie di posture ideali rispetto alla situazione ambientale, in quel determinato momento e per i programmi motori previsti"<sup>26</sup>.

Una funzione di tale importanza deve quindi, essere affidata a un insieme di strutture comunicanti che, costituiscono il Sistema Tónico - Posturale di cui "l'occhio è il principale organo sensoriale dal quale provengono la maggior parte delle informazioni esteroceettive dirette al SNC; inoltre la vista costituisce la principale sorgente della sensazione cinestetica"<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> M. Formenti O.D.; 2008.

<sup>26</sup> D. Sganzerla; 2014

<sup>27</sup> Herman et al.; 1985

L'occhio infatti, è organo propriocettore, cioè facente parte di quei recettori sensitivi che informano il Sistema Tónico Posturale di ciò che accade all'interno dell'individuo. Esso è legato sia all'attività dei muscoli estrinseci oculari sia alle vie che controllano i muscoli del collo, spalle e orecchio chiamate vie dell'oculocefalogiria.

Allo tempo stesso, l'occhio – come il tatto e l'udito – è anche organo esteroceutore, cioè recettore in grado di posizionare il corpo umano in rapporto all'ambiente, captando le informazioni che vi provengono e permettendo dunque, un continuo adattamento corporeo all'ambiente. Tre sono i recettori universalmente riconosciuti: l'orecchio interno, l'occhio e la superficie della cute.

La visione dunque, come appena appurato, è la modalità sensoriale dominante dell'organismo umano in relazione al suo mondo spaziale. La sua funzione principale è quella di determinare le relazioni spaziali e l'organizzazione motoria dell'organismo nello spazio.

## **2.2 Evoluzione dell'apprendimento: l'importanza dell'esperienza motoria e visiva**

*“La visione è il pilota dell'adattamento, una pietra miliare di ogni sviluppo”*

*(A. Gesell, 1950)*

La visione è strettamente connessa all'apprendimento. Essa è un processo finale di sintesi di tutti gli stimoli afferenti appresi in un determinato momento, in base all'esperienza passata, con lo scopo di organizzare, dirigere e riorganizzare il comportamento dell'organismo. È dunque comprensione ed interpretazione di ciò che è stato visto<sup>28</sup>.

Oltre all'esperienza visiva, un altro elemento fondamentale che contribuisce ad un completo apprendimento lo si ritrova nell'esperienza motoria la quale, addirittura anticipa la visione.

---

<sup>28</sup> M. Formenti O.D.; 2008-2009

Ciò significa che il bambino, per sviluppare un corretto apprendimento, nel periodo pre – scolastico impara e si relaziona con lo spazio attraverso l'esperienza motoria e, solo nel periodo scolastico, conosce e assimila concetti attraverso il sistema visivo.

La carenza di esperienze motorie e visive quindi, può compromettere e bloccare la sequenza evolutiva di cui ogni bambino necessita, provocando un forte indebolimento delle capacità integrative del sistema nervoso, come la dislessia<sup>29</sup>.

La visione, lo sviluppo delle capacità cognitive e le azioni motorie dunque, devono essere, nella fase dello sviluppo, integrate tra di loro in modo da garantire una corretta evoluzione dell'apprendimento, il quale, ha inizio nei mesi di gestazione e termina verso il sesto anno di vita. Tale apprendimento è costituito da diverse fasi, i cui nomi riprendono le strutture cerebrali attive nello sviluppo del bambino. Le fasi si compongono di: *la fase del Bulbo* (gestazione e 1° mese), *la fase del Ponte* (2-6 mesi), *la fase del Mesencefalo* (8 mesi), *la fase della Corteccia Primaria* (12 mesi) e *la fase dell'Area Corticale Superiore* (3 anni).



**Figura 5: Prime fasi dello sviluppo dell'apprendimento motorio.**  
**Fonte: "Visione e apprendimento" di M. Formenti O.D.; 2008 – 2009.**

<sup>29</sup> "La causa principale di dislessia è una perturbazione nello sviluppo sensoriale e motorio"  
M. Formenti O.D.; 2008

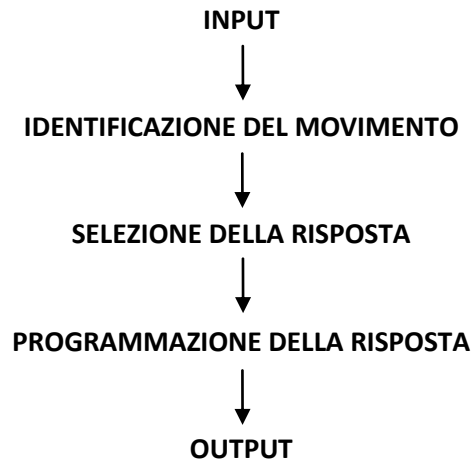
Nel corso di questo periodo il bambino sviluppa progressivamente e parallelamente abilità motorie e visive: il movimento inizialmente senza spostamento, da lento e scoordinato si fa sempre più veloce, coordinato, complesso ed organizzato (da striscio, a marcia a carponi prima omolaterale, poi duolaterale e infine crociata, a postura eretta, e verso i 12 mesi a deambulazione). La visione invece, inizialmente instabile, riflessa e di compensazione ai movimenti del capo si sviluppa sempre più nella capacità di inseguimenti visivo, di percezione e riconoscimento dei contorni e dei profili e, dunque degli oggetti e delle persone, terminando questo sviluppo in una visione binoculare stabile e in una stereopsi consolidata.

Il bambino nel corso di questi anni, progressivamente riesce ad organizzare e gestire lo spazio che lo circonda, iniziando da uno spazio prossimale e completando tutto ciò, nello spazio distale. Poiché questo avvenga, il bambino deve aver superato pienamente tutte le fasi di sviluppo, in modo tale da acquisire la consapevolezza del suo *schema corporeo* (distinzione del proprio corpo dall'ambiente circostante e uso di esso come punto di riferimento), della sua *bilateralità corporea* (il corpo è diviso da una linea mediana in due parti) e della *direzionalità spaziale* (proiezione spaziale del concetto di bilateralità corporea). Tutto ciò garantirà inoltre, ottime basi per quanto riguarda la crescita di capacità coordinative, di equilibrio, spaziali e temporali, essenziali per lo svolgimento di attività sportive e sul quale, molte federazioni sportive, pongono oramai la loro attenzione.

### **2.3 Programmazione e controllo del movimento generale**

Ogni azione motoria è il prodotto finale di una complessa programmazione ed esecuzioni di varie risposte le quali, vengono eseguite in tempi diversificati.

Si cercherà ora di comprendere la realizzazione di tutto questo, attraverso un modello semplificato della programmazione e del controllo del movimento:



L'INPUT è uno stimolo esterno che scatena una risposta motoria adeguata allo scopo che si vuole ottenere. Tali input possono essere diversi e provocare risposte differenziate (ad esempio, una palla da pallavolo lanciata ad altezza viso provocherà una risposta diversa da una da calcio lanciata alla stessa altezza) oppure uguali e produrre risposte comunque diverse (ad esempio, un pallone da pallavolo che arriva ad altezza viso può determinare: un passaggio ad un compagno, un'alzata in programmazione di un attacco, oppure una difesa).

Gli input, indistintamente, vengono recepiti da alcuni recettori (visione, udito, tatto, ecc.) e successivamente analizzati, decodificati ed interpretati. Tutto questo avviene attraverso alcune fasi di organizzazione della risposta:

1° Fase o IDENTIFICAZIONE DELLO STIMOLO: gli input, le informazioni e gli stimoli provenienti dall'ambiente esterno vengono, in questa fase, analizzati in modo da poter essere identificati, compresi e paragonati all'esperienza pregressa per un'ottimale valutazione.

Prima di tutto avviene la *rilevazione dello stimolo* (luce, suono, odore, calore,..) attraverso i recettori i quali, trasformano lo stimolo in impulso nervoso e lo trasmettono al sistema nervoso centrale. Lo stimolo viaggia sempre attraverso la via nervosa (potenziale d'azione), qualsiasi sia la sua natura, ma a seconda del punto d'arrivo finale, sarà trasformato in: suono, colore, sensazione tattile o dolorifica. In questa fase, la capacità individuale e l'esperienza, permettono una più rapida ed accurata selezione delle informazioni comportando quindi, un'abbreviazione anche nei tempi di reazione.



Avviene dunque, una prima fase di selezione, mediata dall'esperienza e, successivamente una di identificazione dello stimolo. Qui, ciò che è stato selezionato viene paragonato a modelli presenti nella memoria in modo da attribuirgli un significato sulla base del tipo di sensazione (visiva/ottica) e delle sue caratteristiche (colore, luminosità, intensità..).

2° Fase o SELEZIONE DELLA RISPOSTA: in questa fase avviene una vera e propria traduzione tra le informazioni, provenienti dall'ambiente esterno e dal nostro corpo (propriocezione) e le possibili risposte, tra cui il soggetto selezionerà la risposta più adeguata in quel preciso momento. Aumentando le possibili risposte aumenta però, anche il tempo di reazione.

Dopo aver selezionato il miglior tipo di risposta (o gesto), l'individuo deve essere in grado di elaborarla ed attuarla in tempi brevi. Tutto ciò presuppone l'utilizzo di schemi motori ben consolidati e un'ottima gestione delle proprie risorse psicofisiche.

3° Fase o PROGRAMMAZIONE DELLA RISPOSTA: in questa fase è essenziale far riferimento alla memoria motoria (esperienze pregresse) in modo tale che l'individuo possa organizzare le sue risposte, sulla base delle proprie esperienze, adattandole a determinate situazioni. Avviene un'organizzazione globale in cui si determina il gesto da eseguire: vengono individuati ed attivati i muscoli utili, aggiustata la postura, adeguata la forza e la velocità di contrazione dei muscoli, l'ampiezza del movimento e la successione temporale dei vari interventi muscolari ecc.. Tutto questo collabora alla generazione del gesto motorio/OUTPUT ottimale, il quale, per essere perfezionato necessita di una continua ripetizione mentale. Durante questo delicato processo, vengono attivate varie aree cerebrali, diverse man mano che il gesto si perfeziona e automatizza.

#### ***2.4 Apprendimento di un'azione motoria specifica e suoi stadi***

“Nel processo di apprendimento si riconoscono tre diversi momenti, in cui il movimento da apprendere, viene prima esplorato e capito, poi, migliorato fino al

momento della sua manifestazione corretta, completa, economica, efficace e duratura”<sup>30</sup>.

Questi tre stadi, di costruzione del programma motorio, si dividono in:

- *Stadio verbale – cognitivo*: il soggetto si confronta con un compito motorio nuovo e per eseguirlo pensa sia al movimento sia alle strategie più adeguate per il suo svolgimento. Cerca di comprendere quali modalità utilizzare per risolvere nel modo più efficiente il compito previsto, interpretando gli errori e gli sbagli. L’esecuzione inizialmente è lenta, controllata, imprecisa e non costante, ma attraverso continue ripetizioni si riducono gli errori e si stabilizza la prestazione. In questa fase sono essenziali i consigli, le correzioni e i feed – back esterni da parte dell’istruttore.

Con il tempo e già dopo poche ripetizioni l’individuo, generalmente, si avvicina a prestazioni qualitativamente migliori.

- *Stadio motorio*: il soggetto, comprese le caratteristiche del gesto da eseguire, si concentra ora sul controllo e sulla rifinitura del movimento, diminuisce il tempo di esecuzione con maggior costanza di riuscita. Questo stadio, in cui il soggetto cerca di ottimizzare gli aspetti del movimento da effettuare, richiede attenzione e precisione, per questo ha tempistiche maggiori dello stadio precedente.

- *Stadio autonomo*: l’entrata in quest’ultimo stadio necessita di una prolungata pratica. Qui, l’individuo è già in grado di eseguire automaticamente il gesto, ponendo poca o nessuna attenzione alle fasi di esecuzione ed ai momenti da eseguire. L’inizio dell’esecuzione del gesto avviene spontaneamente, senza bisogno di controllo cosciente, permettendo così al soggetto di porre l’attenzione su compiti secondari o sull’ispezione dell’ambiente circostante.

Durante questa fase migliora la sicurezza e la capacità nel rilevare gli errori anche se, i miglioramenti sono limitati poiché, il soggetto si approssima al raggiungimento del culmine della sua prestazione.

---

<sup>30</sup> C. Costa; 2009

## CAPITOLO 3

### **POTENZIAMENTO DELLA VISIONE E DELLA COORDINAZIONE VISUO – MOTORIA NELLO SPORT**

Nel corso degli ultimi decenni, lo stile di vita di gran parte della popolazione moderna ha subito un drastico mutamento. Per quanto riguarda gli adulti, lo stile di vita sedentario e l'utilizzo della visione a distanza molto ravvicinata e in un contesto bidimensionale, ha provocato un'elevata incidenza di disturbi visivi – problemi refrattivi e binoculari, disfunzioni accomodative e di convergenza 21% (Graham), eteroforie elevate 13% (Graham), astenopia nel 50% dei video terminalisti (National Academy of Sciences)<sup>31</sup>.

Per i bambini invece, il processo di apprendimento visivo può essere perturbato, oltre che dai problemi che caratterizzano la società contemporanea (un bambino su quattro alla elementari presenta i primi disturbi visivi)<sup>32</sup>, anche da disturbi dell'apprendimento – più dell'80% di bambini, con questi disturbi, presenta carenza o disfunzioni in abilità visive – l'incidenza di deficit accomodativi e/o di convergenza funzionale nei dislessici è maggiore del 50%.

Tali problematiche, sempre più diffuse ed attuali, sono trattate in optometria attraverso un metodo rieducativo: il Visual Training (VT) o semplicemente, allenamento visivo. Esso è definito come "l'arte e la scienza di migliorare le condizioni visive del paziente, mediante tecniche rieducative e procedure personalizzate"<sup>33</sup>. Nasce negli U.S.A e rappresenta "un metodo terapeutico attivo per imparare ad usare il corpo, gli occhi, la visione e l'intelligenza nel modo più adeguato, al fine di riuscire al meglio in tutti gli aspetti della vita"<sup>34</sup>.

---

<sup>31</sup> M. Formenti; 2008 - 2009

<sup>32</sup> Federottica

<sup>33</sup> AOA, 2004

<sup>34</sup> Kirshner A.J.; 1995

### 3.1 Lo Sport Vision Training

*"Se un atleta percepisce meglio le immagini, chiaramente, avrà un aumento del senso della profondità. Se prendiamo uno sportivo, che deve rapportarsi con i compagni, con la palla, con gli avversari, con diverse distanze di messa a fuoco, ed alleniamo i suoi occhi, sarà come allenare ogni muscolo del corpo; se potenziamo la funzione anche la sua performance sportiva migliorerà"*  
(A. Segnalini)<sup>35</sup>

La visione è la principale abilità attraverso cui l'uomo interagisce con il mondo circostante ed essa offre la maggior quantità di informazioni al nostro cervello. Perfezionando le abilità visive viene migliorata e velocizzata l'elaborazione dei dati e di conseguenza, anche la risposta neuro motoria. Problemi e/o rallentamenti lungo questo percorso – occhi, cervello, muscoli – si ripercuotono negativamente sul sistema motorio, limitandone più o meno fortemente l'efficienza.

Questa situazione può risultare essere un grande limite per chi pratica sport. Per uno sportivo, possedere una visione priva di errori refrattivi infatti, non è requisito sufficiente per avere una visione efficiente poiché, i problemi che affliggono il sistema visivo – e non solo il singolo elemento occhio – sono ben diversificati e complessi.

Molti atleti superano i 10/10 di acuità visiva statica, ma possiedono un campo visivo ristretto, ridotta acuità visiva dinamica, difficoltà di messa a fuoco o deficit di visione binoculare che scaturiscono solo in determinate condizioni ambientali. Alcuni infatti, non riescono a incrementare le loro prestazioni e spingersi oltre un determinato limite, nonostante il loro programma di allenamento fisico venga fortemente potenziato, intensificato e spinto a massimo regime. La causa di questo stallo è attribuibile, solitamente, ad una difficoltà visiva la quale, ostacola l'ampliamento e il perfezionamento della prestazione.

Per rafforzare questi aspetti, oppure per raffinarli ed ottimizzarli, da alcuni anni, un ramo dell'optometria chiamato Sport Vision Training, sviluppa tecniche di

---

<sup>35</sup> A. Segnalini; 2016

valutazione e di allenamento del sistema visivo. Attraverso questi allenamenti viene migliorata l'efficienza visiva degli sportivi la quale si ripercuote positivamente, anche sulle loro prestazioni atletiche.

Queste tecniche, sono riuscite a trovare spazio laddove gli altri aspetti allenabili e le abilità percettive psichiche hanno trovato i loro limiti. Piccole differenze nella percezione visiva infatti, hanno creato grandi miglioramenti nel rendimento sportivo.

Nella pallavolo, come in altri sport, gli atleti devono prendere decisioni rapide in ambienti complessi e mutevoli, perciò la sequenza *identificazione – decisione – risposta*, che origina dall'input visivo e termina con l'azione motoria, deve essere velocissima.

La rapidità di gioco, non lascia spazio a modifiche nel corso dell'azione, per cui è fondamentale che l'atleta acquisisca in modo rapido e corretto l'informazione visiva così da poter automaticamente scegliere l'azione motoria più consona ed efficace.

Essere in grado di compiere gesti anticipatori, per gli atleti significa riuscire a gestire in modo efficiente le informazioni derivanti dal sistema nervoso e di conseguenza, agire più rapidamente sulla palla o sull'avversario, in modo tale da poter scegliere differenti soluzioni e tattiche di gioco.

Le azioni motorie compiute dall'atleta sono il risultato finale della qualità dell'informazione visiva poiché gli occhi guidano il corpo.

Lo Sport Vision Training è tutto questo: una combinazione di training visivo e allenamento sportivo – comprendente l'allenamento di funzioni visive come consapevolezza periferica, tempi di reazione, rapidità di messa a fuoco, fissazione e coordinamento occhio mano – in grado di produrre un significativo miglioramento delle prestazioni visive specifiche delle attività sportive, in modo tale da differenziare un campione da un atleta comune.

Esistono diverse tipologie, protocolli e metodi di Sport Vision Training sviluppati e utilizzati nel mondo, uno di questi è il Metodo S.V.T.A.

### **3.2 Il metodo S.V.T.A. e l'importanza della coordinazione visuo - motoria**

Il metodo S.V.T.A. basato su un training percettivo ed in particolare sul training visivo, è una tipologia di allenamento che integra sistema visivo, cognitivo e motorio. È applicabile a qualsiasi tipologia di soggetti, persone comuni, con deficit ed atleti.

Questo training è il frutto prodotto da anni di collaborazioni interdisciplinari tra varie figure professionali: Optometristi, Oftalmologi, Psicologi, Neurologi, Osteopati, Kinesiologi, preparatori atletici, Neuro scienziati. Esso è ritenuto da quest'ultimi, essere indispensabile per il perfezionamento della prestazione sportiva dell'atleta e l'anello mancante per il raggiungimento dell'eccellenza nella performance. Infatti, alcuni neuro scienziati, hanno dimostrato che allenando le capacità visive, si agisce anche a livello caudale – uno dei nuclei talamici in cui risiede la discriminazione visiva tra input importanti e distrattori - di conseguenza, verranno stimulate: la visione attiva, la concentrazione, la visualizzazione, l'attenzione sostenuta e selettiva.

Il metodo S.V.T.A. è stato creato per coinvolgere e integrare diverse abilità e differenti sistemi:

- *abilità visive;*
- *abilità motorie – coordinative;*
- *abilità cognitive;*
- *equilibrio;*
- *udito;*
- *sistema vestibolo – oculare:* produce movimenti oculari compensatori alla rotazione del capo necessari per mantenere la fissazione sull'oggetto in movimento.<sup>36</sup>

---

<sup>36</sup> Rossetti A., Gheller P; 2003

- *sensu cinestesico*: fornisce all'uomo informazioni per operare nello spazio e del tempo, permettendogli di essere cosciente di se stesso e del mondo circostante.

Questo metodo può essere introdotto nell'allenamento quotidiano di ogni atleta, di qualsiasi sport e svolto attraverso sessioni oppure circuiti, insieme alla preparazione atletica e al lavoro tecnico.

Nei prossimi paragrafi verrà analizzato uno dei principi cardine – *la coordinazione visuo – motoria* – su cui il metodo appena descritto affonda le proprie radici e, inoltre, la programmazione e lo svolgimento di un allenamento visuo – motorio, di due squadre di pallavolo femminile, effettuato con metodo S.V.T.A..

#### **La coordinazione visuo – motoria:**

Il metodo S.V.T.A. è basato sull'integrazione tra abilità visive e sistema motorio, quindi, sull'allenamento della coordinazione visuo - motoria. Migliorando questa interazione, si può ridurre il tempo di latenza tra elaborazione ed interpretazione degli stimoli e di conseguenza, compiere il gesto motorio, tecnico e tattico nel miglior modo possibile.

La coordinazione visuo – motoria, chiamata anche coordinazione occhio – mano/piede, si colloca più generalmente nell'ambito della coordinazione oculo – segmentaria.

Nella coordinazione senso – motoria il movimento si coordina ad una percezione e, nel particolare caso della coordinazione visuo – motoria, l'attività di un arto si coordina alla visione.

Questa capacità coordinativa permette lo svolgimento di un qualsiasi movimento, semplice o complesso esso sia, nel modo più conforme all'immagine elaborata dal cervello, ovvero consente la perfetta cooperazione tra diversi gruppi muscolari al fine di ottenere una sequenza di movimenti fluida, precisa e priva di inutili sforzi.

Ottima coordinazione significa quindi, maggior aderenza dell'atto motorio allo schema mentale e miglior capacità di controllo e regolazione del movimento stesso.

Lavorare ed allenare la coordinazione visuo – motoria per gli sportivi è quindi, un aspetto fondamentale. Gli occhi dirigono il corpo, il nostro sistema visivo conduce il sistema motorio, le mani ed i piedi rispondono alle informazioni inviate dai nostri occhi al cervello. Solo se tali informazioni sono accurate e corrette ne deriverà un gesto motorio efficace e preciso. Il miglioramento della performance nel suo complesso, caratterizzata da una rapida e più corretta scelta tecnica, è il risultato di una perfetta sinergia e cooperazione tra occhi – cervello – muscoli.

Il metodo S.V.T.A. permette di allenare e potenziare, attraverso specifici esercizi, particolari abilità visive, integrandole e coordinandole in qualsiasi momento con il lavoro motorio.

### **3.3 La sperimentazione**

In questo studio, è stato condotto un allenamento visuo – motorio con metodo S.V.T.A. con alcune pallavoliste dell’Associazione Dilettantistica Nuova Caldiero, Verona. Lo scopo di questa sperimentazione è stato quello di verificare la possibilità di migliorare specifiche capacità visive, solitamente sfruttate nell’attività della pallavolo, attraverso un allenamento visuo – motorio e trarre, da tali miglioramenti, benefici per l’incremento della prestazione sportiva.

#### **3.3.1 Introduzione e aree di lavoro visivo**

Le strategie di ricerca visiva sono particolarmente importanti quando si considerano in generale tutti gli sport, individuali o di squadra essi siano. In molte attività sportive, la rapidità nella rilevazione e l’acuta capacità di discriminazione degli stimoli visivi sono fattori cruciali per l’esecuzione di risposte motorie di successo. Molto spesso, i giocatori devono elaborare e integrare informazioni visive complesse, in tempi limitati; come il volo della palla, gli spostamenti dell’avversario e del partner di squadra.

La qualità della ricerca visiva e dei movimenti oculari negli atleti è un aspetto essenziale. Molti studi e ricerche dimostrano quali siano le abilità visive



necessarie per gli sportivi e che, attraverso vari tipi di training, possono essere allenate e perfezionate.

Basandosi su tali evidenze scientifiche, sono state selezionate le aree di lavoro visivo da introdurre nel programma di training visuo – motorio:

Una delle competenze necessarie ed essenziali in tutti gli sport, è l'utilizzo della dinamica dei movimenti oculari saccadici e degli inseguimenti visivi. In particolare, è stato dimostrato che la qualità delle saccadi e degli inseguimenti visivi, negli atleti pallavolisti, è maggiore rispetto ai non atleti<sup>37</sup> e che, le abilità oculo – motorie e visuo – motorie, possono essere migliorate ed allenate<sup>38</sup>.

Tra le principali aree di lavoro, inserite nel programma quindi, sono obbligatoriamente presenti: i movimenti oculari saccadici, di inseguimento e le fissazioni.

- **Movimenti oculari saccadici:** sono movimenti volontari e ed usuali degli occhi, che permettono di spostare velocemente la fissazione da un oggetto all'altro. Questi rapidi movimenti, si verificano quando l'asse di fissazione visiva viene improvvisamente e bruscamente spostato da una posizione all'altra. Normalmente la loro velocità raggiunge i 400°/s e la latenza 0,2 s<sup>39</sup> ma, nella pallavolo, la rapidità dell'azione di gioco richiede saccadi al di sopra di 500°/s, per tracciare la traiettoria della palla<sup>40</sup>.

Durante questi bruschi movimenti oculari, si verifica un fenomeno chiamato "soppressione saccadica" in cui, la persona, senza esserne consapevole, non possiede la percezione visiva centrale e quindi anche funzioni legate alla binocularità e alla capacità di discriminazione.

Tali movimenti – utilizzati per una rapida scansione dello spazio circostante e soprattutto, per una continua e veloce intercettazione della palla – hanno bisogno di un accurato allenamento, al fine di ottenere una maggiore precisione

---

<sup>37</sup> Piras A. et al, 2010

<sup>38</sup> Gao Y., 2015

<sup>39</sup> Rossetti A., Gheller P.; 2003

<sup>40</sup> Ridgway e Kluka, 1988

nell'azione e una riduzione nella percentuale dell'errore visivo, causato dal variabile tempo di latenza.

- **Movimenti oculari di inseguimento:** detti anche "tracking", sono movimenti continui, lenti (30-60°/s) e con moderata latenza (0,12°/s); essi sono necessari per mantenere la fissazione su un oggetto in movimento nell'area centrale del campo visivo<sup>41</sup>. L'allenamento dei muscoli estrinseci oculomotori permette una maggiore fluidità dei movimenti oculari e dunque, un maggior controllo visivo sulla palla, durante l'azione di gioco.

- **Fissazioni:** si eseguono in acuità visiva statica, rappresentano il momento in cui, dall'oggetto osservato vengono estrapolate le informazioni più rilevanti tra molte altre di confusione e quindi, risulta essere un'abilità essenziale per permettere la scelta della miglior tattica di gioco.

Nel passaggio di fissazione da un oggetto all'altro, il movimento oculare stimola la contrazione dei muscoli della nuca al fine, di consentire alla testa di cambiare posizione per poter fissare un oggetto di interesse, differente dal precedente.

Tale cambiamento, produrrà una modificazione completa anche della risposta motoria, quindi una diversa coordinazione dei muscoli.

Risulta pertanto indispensabile allenare tale abilità, in modo che l'atleta ricavi dalle fissazioni solo informazioni essenziali così da poter agire nel modo più efficiente ed efficace possibile, data la rapidità con cui viene svolto questo sport.

Nella maggior parte degli sport di squadra, come nel calcio, nel baseball e nella pallavolo, le informazioni provenienti dal campo visivo periferico sono essenziali e quindi, la visione periferica è stata allenata anche in questo caso.

- **Visione periferica:** è l'area di visione localizzata oltre i 3° di visione centrale e dei 15° di visione maculare; dedicata alla rilevazione delle forme e del movimento. Nello sport è più adeguato parlare di consapevolezza periferica dalla quale, dipende direttamente la tattica. Tale consapevolezza comprende la quantità di spazio che l'atleta riesce a percepire con la coda dell'occhio, senza

---

<sup>41</sup> Rossetti A., Gheller P.; 2003

distogliere lo sguardo dalla posizione primaria di fissazione; “permette di esplorare il campo d’azione, organizzare il movimento da eseguire, decidere eventuali variazioni di spazio o tempo”<sup>42</sup>.

L’ampiezza di tale percezione quindi, è importante nell’organizzazione delle varie situazioni di gioco, nella valutazione di un “oggetto” in movimento – esso sia la palla, un compagno, un avversario – e soprattutto per migliorare la velocità di reazione.

In aggiunta, come dimostrato da una recente sperimentazione su alcuni atleti di volley, la sommatoria di più fonti di informazioni visive – centrali e periferiche – collaborano per permettere all’atleta di predire l’azione di gioco e raggiungere così più facilmente l’obiettivo<sup>43</sup>.

Un’ulteriore competenza prioritaria nello sport è la flessibilità accomodativa e di vergenza, il cui potenziamento – dimostrato da una ricerca condotta alla fine anni ’70 – migliora sia la capacità di messa a fuoco, sia l’allineamento degli occhi a diverse distanze<sup>44</sup>.

- **Flessibilità accomodazione – vergenza:** La funzione accomodativa permette una rapida variazione della focalizzazione al mutare della distanza di osservazione, mantenendo l’immagine nitida. Quest’attività involontaria è possibile grazie alla capacità elastica del cristallino.

Contemporaneamente all’accomodazione, gli occhi si muovono in modo disgiunto o simmetrico, provocando la variazione del piano di fissazione; in questo caso si parla di vergenza<sup>45</sup>.

Allenando questa abilità e aumentandone la flessibilità, l’atleta riuscirà ad eseguire rapidi cambi di focalizzazione, mantenendo l’immagine costantemente nitida e singola, minimizzando così, rallentamenti ed esitazioni nell’eseguire un’azione.

---

<sup>42</sup> Brian T., 2011

<sup>43</sup> Schorer J. Et al, 2013

<sup>44</sup> Falkowitz C., Mendel H., 1977

<sup>45</sup> Rossetti A. Gheller P., 2003

Infine, la **coordinazione visuo – motria** è un elemento sempre presente all'interno del training, data la profonda interazione tra abilità visive e motorie su cui si fonda il metodo S.V.T.A.. Essa può essere potenziata e migliorata attraverso programmi specifici mirati al suo allenamento. Questo è stato appurato attraverso un programma di coordinazione oculo – manuale al quale hanno partecipato giovani atleti, i quali, hanno ottenuto un miglioramento ( $p = 0,0001$ ) delle prestazioni rispetto agli atleti che non hanno preso parte al progetto<sup>46</sup>.

Oltre a questi sostanziali aspetti, anche altre competenze – come, la localizzazione spaziale, il tempo di reazione e la velocità di riconoscimento – sono critiche in molte attività sportive e il loro l'allenamento è fondamentale per migliorarne le prestazioni.

### **3.3.2 Metodo e materiale: Fasi preliminari**

Il metodo S.V.T.A nasce e si sviluppa come training sia visivo che motorio, con lo scopo di allenare gli stimoli visivi, ma anche di collegarli direttamente agli stimoli motori.

Tale metodologia può essere suddivisa in due tappe: innanzitutto il training delle capacità visive, poi il lavoro sul coordinamento con l'elaborazione neuronale.

**Materiale:** Il kit di lavoro utilizzato consiste in una serie di pannelli/banner, di varie dimensioni, ognuno specifico per ciascuna delle capacità visive da perfezionare:

-FISSAZIONI – SACCADI – COORDINAZIONE OCCHIO – MANO/PIEDE: pannelli a due stimoli (pallina BLU/pallina ROSSA) - (pallina IN/pallina OUT) – (esagoni ROSSI/BLU con numeri), pannelli a quattro stimoli (posizioni 1-2-3-4) – (posizioni GIALLO/ROSSO/BLU/VERDE)

---

<sup>46</sup> Vogel G.L., Hale R.E., 1992

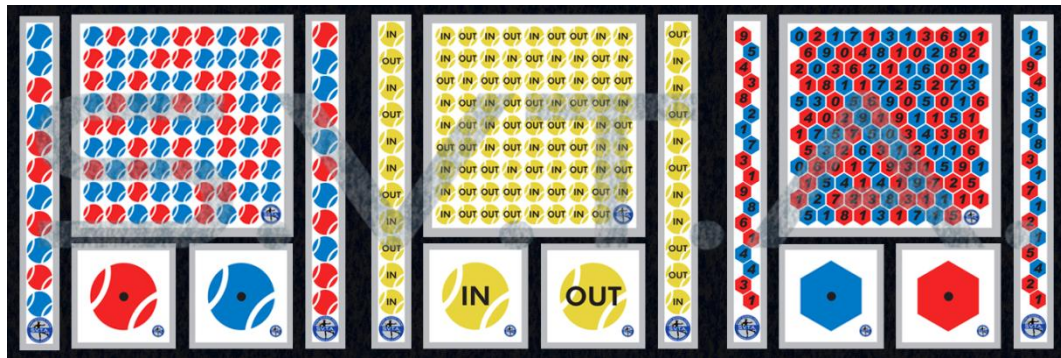


Figura 6: Pannelli a due impulsi



Figura 7: Pannelli a quattro impulsi (ai alti strisce saccadiche, al centro pannello per fissazioni e coordinamento visuo – motorio)

- MOVIMENTI OCULARI DI INSEGUIMENTO: verticali ed orizzontali, pannello con numeri disposti a formare il simbolo di infinito, a due stimoli (ROSSO/BLU)

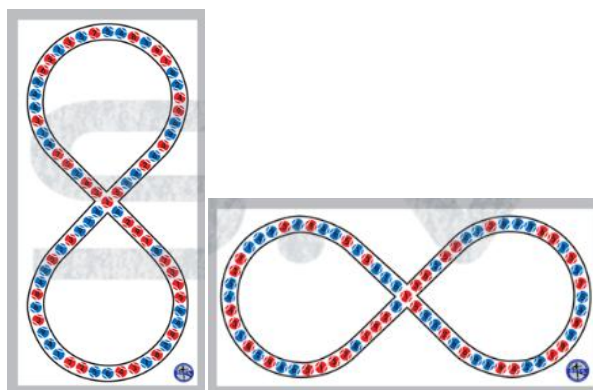


Figura 8: Pannelli per allenamento degli inseguimenti visivi.

- VISIONE PERIFERICA: pannelli con simboli in bianco e nero, pannelli con lettere e a due impulsi (ROSSO/BLU)

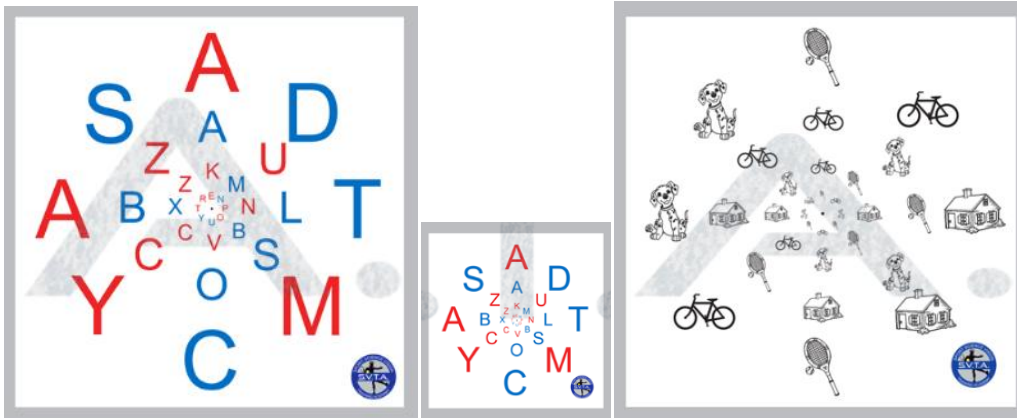


Figura 9: Pannelli per visione periferica GRANDE (livello medio – alto), PICCOLO (livello base).

-FLESSIBILITÀ ACCOMODATIVA E DI VERGENZA: Pannelli con numeri ad esagoni (ROSSO/BLU) e pannelli con simboli in bianco e nero.

In entrambe le tipologie troviamo un pannello grande da posizionare lontano e uno piccolo per il vicino.

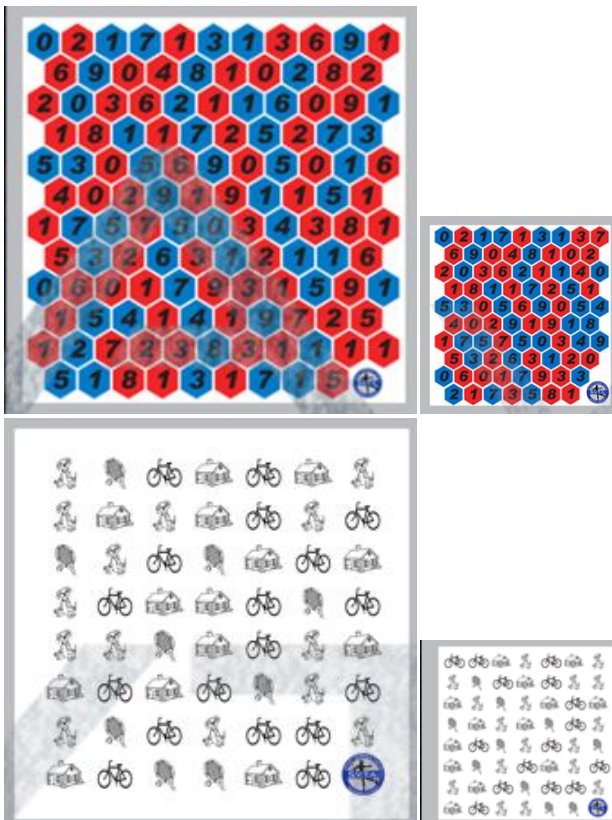


Figura 10: Pannelli flessibilità accomodativa – vergenza.

**Modalità di training:** si basa su due regole fondamentali: la gradualità e la differenziazione.

1° GRADUALITÀ: si inizia da livelli base, elementari e privi di elementi accessori<sup>47</sup> e con il progredire delle abilità dell'atleta, si aumenta la difficoltà dell'esercizio attraverso l'incremento di compiti motori, uditivi o cinestetici e l'uso di vari elementi ausiliari.

2° DIFFERENZIAZIONE: si intende la variabilità con cui ogni allenamento deve essere svolto. L'utilizzo di pannelli differenti in ogni sessione permette un maggior sviluppo della base cognitiva. La differenziazione degli stimoli esclude la possibilità di memorizzare posizioni o movimenti, costringendo così l'atleta a dover pensare ad ogni gesto e ad utilizzare quella che viene definita visione attiva; tutto questo permette di ottimizzare la performance.

Dal punto di vista delle condizioni di somministrazione degli esercizi invece, le modalità di svolgimento del programma sono sempre rimaste invariate. Gli esercizi sono stati svolti tutti nella stessa palestra perciò, nelle medesime condizioni di illuminazione.

**I partecipanti:** la sperimentazione ha coinvolto 26 atlete di sesso femminile facenti parte di due squadre di pallavolo, Seconda divisione e Under 16.

I soggetti sono stati divisi in due gruppi. Il gruppo sperimentale costituito da 13 atlete (età media  $18,7 \pm 1,5$  anni) e il gruppo controllo formato dalle rimanenti 13 ragazze (età media  $18 \pm 1,2$  anni).

I partecipanti non hanno preso parte a nessuna attività che potrebbe influenzare i risultati di questo studio e non sono portatrici di alcuna patologia oculare.

Prima della sperimentazione, i soggetti sono stati sottoposti ad un'accurata analisi optometrica presso lo studio in cui ho svolto il tirocinio formativo, in modo tale da poter avere un quadro generico sulla condizione visiva di ogni atleta.

---

<sup>47</sup> Elementi accessori: Fitball, palla medica, tavole vestibolari, tappeti elastici, piani inclinati, tavole per il camminamento, skymmy.

Si informa che, tali pre test sono stati effettuati nel mese di Agosto e quindi, dopo un periodo di latenza dall'attività sportiva per tutte le ragazze.

I test hanno incluso:

- ANAMNESI
- DOMINANZA OCULARE (motoria e sensoriale)
- MOTILITÀ OCULARE (nelle sei posizioni di sguardo)
- ACUITÀ VISIVA (con lettere di Sloan)
- Soggettivo #21 (metodo OEP)
- STEREOSPEED (locale e globale)

**Le misure:** tutte le 26 atlete inoltre, hanno inoltre preso parte ad alcuni test controllo prima di iniziare il training visuo – motorio, così da poter confrontare, alla fine delle settimane di allenamento, i due gruppi – sperimentale e controllo – l'uno con l'altro e gli eventuali cambiamenti insiti in ciascun gruppo.

**Test base** pre – allenamento:

- FLESSIBILITÀ ACCOMODATIVA E DI VERGENZA: attraverso l'uso di Flipper accomodativi +/- 2.00 e prismatici 8BI/12BE. Sono stati calcolati i cicli al minuto eseguiti nella lettura di un paragrafo di dimensioni 1,00 M<sup>48</sup>/J 7<sup>49</sup>, di un ottotipo per lettura, a 40 cm di distanza e in condizione di visione abituale.
- FACCHIN CARD: misurazione delle eteroforie nelle sei posizioni di sguardo, a 40 cm di distanza.
- VELOCITÀ OCCHIO - MANO PROATTIVA con *Sanet Vision Integrator (SVI)*<sup>50</sup>: attraverso uno monitor touch screen 50" è stata misurata la velocità di discriminazione, più o meno centrale, di uno stimolo e la velocità di coordinazione occhio – mano.

L'atleta, posizionato a circa 50 cm dallo schermo, fissa per tutta la durata del test, il target centrale e contemporaneamente tocca gli stimoli (pallini blu) che

---

<sup>48</sup> Caratteri dimensionati secondo Snellen alla distanza indicata in metri

<sup>49</sup> Indicazione dimensioni standard secondo Jaeger

<sup>50</sup> Sanet Vision Integrator, sviluppato da R.B. Sanet e R.K.Bortel, è un monitor touch screen realizzato per misurare e migliorare le abilità visive di pazienti con difficoltà di apprendimento, lesioni cerebrali traumatiche, ma anche efficace per allenamenti di sport vision con atleti.



appaiono in posizioni casuali e che rimangono visibili sin a che non vengono localizzati e toccati. Il tutto deve avvenire nel minor tempo possibile e con il minor numero di errori.

Le principali variabili calcolate sono:

- il *tempo complessivo* impiegato per completare il programma di 50 stimoli;
- il *tempo di reazione*, cioè la media del tempo calcolata dagli istanti necessari all'atleta per toccare i target dopo che sono apparsi;
- l'*acutezza*, ossia il totale per target Colpiti, numero di Errori e la Percentuale di Colpi Esatti.
- TEST CONTROLLO 1 con kit S.V.T.A.: valutazione della flessibilità accomodativa e di vergenza, capacità di focalizzazione a due distanze, coordinazione occhio – piede. Utilizzo del pannello grande e piccolo con esagoni e numeri a due stimoli (ROSSO/BLU).

Pannello grande a 2 metri distanza, pannello piccolo in mano, riferimenti ROSSO e BLU a terra, ai lati dell'atleta.

Il soggetto legge i primi tre numeri sul pannello grande (lontano) ed esegue tre spostamenti omolaterali del piede nella direzione corretta del riferimento ROSSO o BLU posti ai suoi lati, poi legge i seguenti tre numeri nel pannello piccolo (vicino) e compie il movimento del piede nel lato del colore corretto, poi legge tre numeri lontano e così via.

L'esercizio è stato svolto per il tempo di un minuto, sono stati conteggiati i *cambi avvenuti* (LONTANO/VICINO) correttamente, l'*accuratezza dei movimenti* laterali (ottimo/buono/scarso/insufficiente) e successivamente è stata calcolata la *qualità dell'esercizio*, in base agli errori di lettura e perdita del segno.

- TEST CONTROLLO 2 con metodo S.V.T.A.: valutazione della rapidità dei movimenti saccadici in condizione di stress controllato.

Utilizzo dei pannelli a strisce con esagoni e numeri a due stimoli (ROSSO/BLU) poste una ad un metro dall'altra e a due metri dal soggetto.

L'atleta, mantenendo la testa ferma, sposta lo sguardo da una striscia all'altra leggendo i numeri da sinistra a destra, in ordine consecutivo, facendo passare la

palla rapidamente da una mano all'altra ad una distanza maggiore di quella delle spalle.

L'esercizio doveva essere svolto più velocemente possibile infatti, sono stati calcolati i *tempi complessivi di lettura*, gli *errori o perdite di segno* e la fluidità del movimento oculare (buono/scarso); successivamente la *qualità dell'esercizio*.

È importante sottolineare che nessun test base è stato ripetuto durante la sperimentazione e che i pannelli utilizzati per i test controllo 1 e 2, non sono assolutamente stati impiegati per allenamento visuo – motorio. Questo, per evitare di allenare specifici aspetti visivi che avrebbero reso meno attendibili e sensibili i risultati finali della ricerca.



**Figura11:** A sinistra misurazione forie con FacchinCard, a destra misurazione della velocità occhio – mano con SVI.



**Figura 12:** A sinistra Test controllo 1, a destra Test controllo 2, entrambi con kit SVTA.

### **3.3.3 Allenamento e procedure**

Il programma di allenamento è stato creato e si è basato sulla filosofia del metodo S.V.T.A.: *“La visione è un funzione che si acquisisce, è un processo continuamente appreso durante lo sviluppo mentale e corporeo. In quanto tale, è plasmabile. La visione può essere educata, potenziata, allenata, migliorata in tutte le sue abilità e integrata nel quotidiano allenamento motorio per ottimizzare la performance tecnico – tattica dell’atleta”*<sup>51</sup>

Le atlete sono state suddivise nei due gruppi – sperimentale e controllo – sulla base dei risultati ottenuti nell’analisi visiva, in modo da creare due gruppi omogenei e privi di differenze visive significative, che avrebbero potuto alterare i risultati dell’esperimento.

Solo il gruppo sperimentale ha preso parte del programma di allenamento visuo – motorio il quale, ha avuto una durata complessiva di cinque settimane.

Nelle sessioni di allenamento, sono sempre stati svolti quattro esercizi, i quali prevedevano l’allenamento di: 1) *Fissazioni*, 2) *Saccadi*, 3) *Inseguimenti*, 4) *Visione periferica*. Dal quinto allenamento in poi, è stato aggiunto anche l’allenamento di 5) *Flessibilità di accomodazione – vergenza*.

La scelta di tale programmazione ha voluto seguire la filosofia della gradualità. Inizialmente gli esercizi visuo – motori sono basilari e aspecifici, con il passare degli allenamenti, il training si struttura in modo più specifico, tecnico, tattico e inoltre, con l’aggiunta di una nuova tappa diventa più dispendioso e impegnativo.

**IPOTESI:** Il training visuo – motorio, eseguito con metodo S.V.T.A., è in grado di incrementare l’efficienza visiva nel suo complesso e di trasmettere tali miglioramenti all’atto motorio, in modo tale che l’atleta ne benefici durante la prestazione sportiva. Ci si aspetta dunque, che il gruppo sperimentale subisca un miglioramento, specifico per le abilità visive allenate e complessivo dell’efficienza visiva, maggiore rispetto al gruppo controllo.

---

<sup>51</sup> A. Cagno, 2013

**PROCEDURA:** Le sessioni di training vengono svolte prima dell'allenamento tecnico e specifico di pallavolo, lavorano sempre sulle stesse aree visive e con il progredire degli allenamenti, gli esercizi vengono modificati e resi più complessi sia dal punto di vista visivo che motorio.

- 10 sessioni di training (svolte due volte a settimana per un totale di cinque settimane);

- ogni sessione è composta da 4/5 esercizi;

- ogni esercizio è svolto, in condizione di visione abituale, per 2 minuti con 15 secondi di recupero tra un esercizio e l'altro.

Sessione "tipo" di training visuo – motorio:

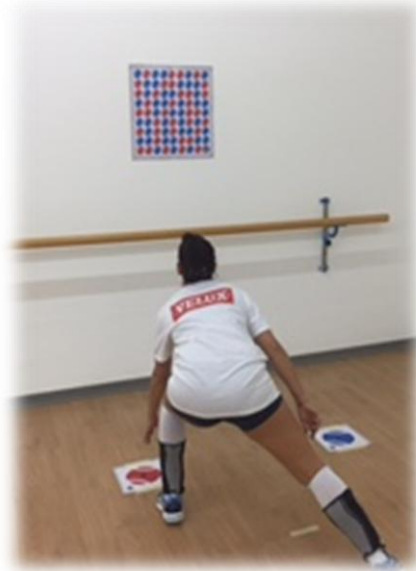
**Variabile dipendente/abilità allenata:**  
FISSAZIONI

**Apparato:** Pannelli per velocità di riconoscimento a due o quattro stimoli

**Stimolo:** Palline a due impulsi ROSSO/BLU oppure IN/OUT, palline a quattro impulsi/posizioni: 1 o GIALLO (avanti a sinistra), 2 o ROSSO (avanti a destra), 3 o BLU (indietro a sinistra), 4 o VERDE (indietro a destra)

**Compito:** Fissazione e lettura degli impulsi in modo consecutivo, da sinistra a destra, eseguendo contemporaneamente il gesto motorio indicato

**Variazioni:** *Pannello bassa difficoltà* a due soli impulsi, palline rosse/blu oppure riferimenti IN/ OUT;  
*Pannello media difficoltà* a quattro impulsi, palline gialle e numeri neri;  
*Pannello elevata difficoltà* a quattro impulsi, sfondo di un colore e scritta di un colore diverso. Uso del metronomo.



**Variabile dipendente o abilità allenata:**  
MOVIMENTI SACCADICI

**Apparato:** Pannelli a strisce per movimenti veloci a “salto” degli occhi, prestando attenzioni visiva

**Stimolo:** Palline a due impulsi ROSSO/BLU oppure IN/OUT, palline a quattro impulsi: 1 – 2 – 3 – 4 o GIALLO/ROSSO/BLU/VERDE

**Compito:** Movimento degli occhi da una striscia all'altra leggendo il colore/numero/riferimento eseguendo contemporaneamente il compito motorio



**Variazioni:** *Bassa difficoltà:* due soli impulsi (palline rosse/blu oppure riferimenti IN/ OUT), posizionati alla stessa altezza, a 2 metri una dall'altra e a 2 metri dal soggetto;

*Media difficoltà:* quattro impulsi (palline gialle e numeri neri oppure con simboli), alla stessa altezza, a 1 metro e mezzo l'una dall'altra e a un metro dal soggetto;

*Elevata difficoltà:* quattro impulsi (sfondo di un colore e scritta di un colore diverso), strisce ad altezza diversa, ad un metro l'una dall'altra e alla minima distanza, soggettiva, dall'atleta. Uso del metronomo.

**Variabile dipendente o abilità allenata:**  
MOVIMENTI DI INSEGUIMENTO

**Apparato:** Pannelli con simbolo infinito per inseguimenti oculari verticali ed orizzontali

**Stimolo:** Simbolo dell'infinito, orizzontale e verticale, costituito da palline numerate a sfondo ROSSO/BLU

**Compito:** In piedi di fronte al pannello, lettura rapida dei numeri o movimento simultaneo e veloce degli occhi da una pallina all'altra lungo il percorso, in senso orario e antiorario



**Variazioni:** *Bassa difficoltà:* 3 metri/ 1 metro di distanza dal soggetto;

*Media difficoltà:* 75 cm di distanza;  
*Elevata difficoltà:* 50 cm dal soggetto e uso di occhiali anaglifici.

**Variabile dipendente o abilità allenata:** VISIONE PERIFERICA

**Apparato:** Pannello per allenamento della percezione periferica

**Stimolo:** Simboli in bianco e nero oppure pannello con lettere ROSSE/BLU

**Compito:** Di fronte al pannello, mantenere la fissazione centrale sul puntino ed elencare le lettere dal centro alla periferia e dalla periferia al centro, eseguendo nel frattempo il gesto motorio



**Variazioni:** *Bassa difficoltà:* pannello piccolo con simboli a 50/75 cm dal soggetto, pannello grande con lettere a 150 cm;  
*Media difficoltà:* pannello grande con lettere a 75 cm;  
*Elevata difficoltà:* pannello grande con lettere a 50 cm e utilizzo di occhiali anaglifici.

**Variabile dipendente o abilità allenata:** FLESSIBILITÀ DI ACCOMODAZIONE E DI VERGENZA

**Apparato:** Pannelli per allenamento della flessibilità accomodativa - vergenza, grande per il lontano e piccolo per il vicino

**Stimolo:** Simboli di oggetti in bianco e nero

**Compito:** Spostare continuamente lo sguardo dal pannello grande, lontano (divergenza e rilassamento dell'accomodazione) a quello piccolo, vicino (convergenza e stimolo dell'accomodazione) elencando i simboli in ordine sequenziale. Contemporaneamente eseguire il gesto motorio



**Variazioni:** *Difficoltà bassa:* distanza di lavoro 3 metri e lettura di un simbolo lontano e uno vicino;

*Difficoltà media:* distanza di lavoro 5 metri e lettura di un simbolo lontano e uno vicino;  
*Difficoltà elevata:* distanza di lavoro 5 metri e lettura di più simboli lontano e uno o più vicini (allenamento e utilizzo della memoria).

La qualità dell'esercizio e i miglioramenti dell'atleta dipendono anche, da variabili indipendenti come: l'attenzione, l'entusiasmo, la motivazione che spinge il soggetto ad impegnarsi, ad eseguire l'esercizio nel modo corretto e a migliorarsi di volta in volta.

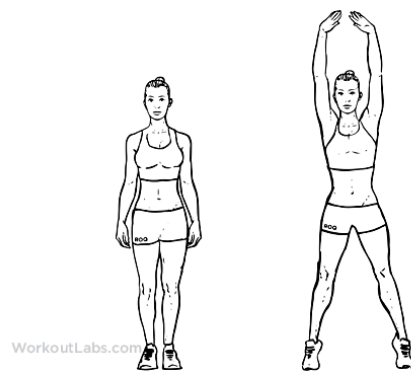
Il graduale aumento di difficoltà di ogni esercizio è direttamente legato, sia al trascorrere degli allenamenti, ma in particolar modo ai miglioramenti degli atleti. Essi infatti, con il passare del tempo, prendono sempre più confidenza con gli esercizi, consapevolezza dei loro movimenti – visivi e motori - e coscienza dei loro errori. L'autocorrezione permette al soggetto di migliorare sensibilmente le sue capacità cognitive che diventeranno sempre più determinanti nella performance motoria.

La gradualità ha riguardato, oltre che la componente visiva degli allenamenti, anche quella motoria.

La progressione degli esercizi è costituita da:

- **Esercizi visivi uniti a movimenti motori semplici:** saltelli sul posto, saltelli su una gamba, Jumping Jacks, spostamenti laterali, posizione di equilibrio su di una gamba, passaggio della palla tra le mani prima davanti e dopo dietro la schiena.
- **Esercizi visivi uniti a movimenti motori medi/complessi:** gesti motori tecnici/ tattici specifici (bagher/palleggio/muro) uniti alla coordinazione visuo – motoria prima omolaterale, poi contro laterale in due direzioni, omolaterale in quattro direzioni, posizione di equilibrio con ognuno dei due piedi una Skymmy e poi in equilibrio su una sola Skymmy con entrambe le gambe;
- **Esercizi visivi uniti a movimenti motori avanzati:** gesti motori tecnici/ tattici specifici (bagher/palleggio/muro) uniti alla coordinazione visuo – motoria omolaterale e contro laterale in quattro direzioni, posizione di equilibrio su Skimmy con una sola gamba, movimenti laterali con Step, introduzione del

metronomo per velocizzare l'esercizio, di occhiali anaglifici con lo scopo di dissociare la visione simultanea<sup>52</sup>.



**Figura 13:** Jumping jacks



**Figura 14:** Skymmy (pedana propriocettiva)



**Figura 15:** Metronomo

---

<sup>52</sup> Percezione simultanea: capacità di percepire contemporaneamente le immagini dei due occhi. (Rosssetti A, Gheller P, 2003)



## **CAPITOLO 4**

### **ANALISI DEI DATI SPERIMENTALI E CONSIDERAZIONI**

Terminato il programma di training visuo – motorio, sono stati ripetuti i **test base** – somministrati all’inizio della sperimentazione – a tutte le 26 atlete appartenenti ai gruppi sperimentale e controllo.

I risultati di questi test ci suggeriscono che l’allenamento visuo – motorio, svolto con metodo S.V.T.A., ha prodotto degli *effetti* positivi e *generali* sulla prestazione visuo – motoria dell’atleta, i quali sono stati il prodotto di un intenso lavoro e miglioramento di *aspetti primari e specifici*.

#### **4.1 Risultati: gli effetti del training sulle abilità visive e motorie**

Nei grafici sotto riportati, il gruppo sperimentale sarà nominato *GRUPPO A o Trained*, il gruppo controllo invece, *GRUPPO B o Untrained*.

Gli **effetti generali** ottenuti nella prestazione complessiva dell’atleta, sono conseguenza indiretta dell’allenamento specifico di alcune aree visive. Essi sono stati misurati e calcolati sperimentalmente attraverso la funzione di rilevazione della velocità occhio – mano proattiva del *Sanet Vision Integrator (SVI)*. I dati finali sono stati elaborati e confrontati con quelli iniziali e da essi ne sono scaturiti due principali effetti: 1) Effetti sui tempi di reazione, 2) Effetti sull’acutezza di rilevazione visiva.

#### **- Effetti sui tempi di reazione**

L’allenamento visuo – motorio, e in questo particolare caso, il lavoro svolto attraverso gli esercizi di fissazione e coordinazione visuo – motoria (occhio – mano/piede) ha prodotto i suoi frutti.

Il tempo di reazione è la media del tempo necessaria all’atleta per toccare i target dopo che essi sono apparsi sul monitor.

Il grafico sottostante riporta in BLU la media dei secondi necessari alle atlete del gruppo sperimentale, per localizzare e toccare i target prima che prendessero

parte al training; in ROSSO i tempi di reazione delle stesse atlete dopo aver seguito gli allenamenti.

Come è possibile constatare, nella fase pre – training il tempo di reazione utile era molto diversificato all'interno del gruppo e la media di esso si aggirava attorno ai **2,13 ± 0,5 secondi**. Nella fase finale invece, la disposizione dei dati assume un aspetto decisamente più omogeneo e, riducendosi il tempo medio di reazione (**1,04 ± 0,0 secondi**), la configurazione dei dati subisce un notevole abbassamento.

Tutto ciò testimonia la diminuzione dei tempi di reazione del gruppo sperimentale, dopo aver seguito e concluso le settimane di training.

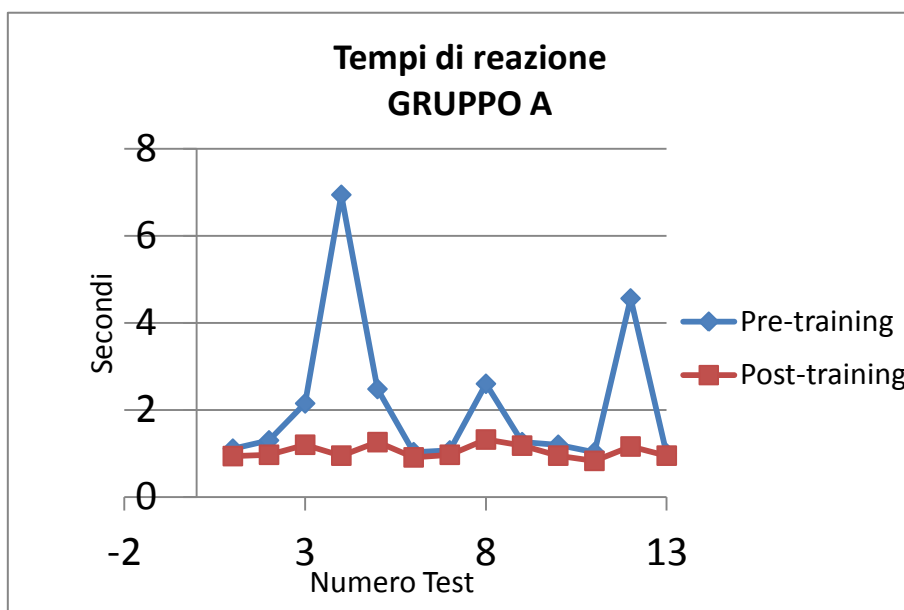


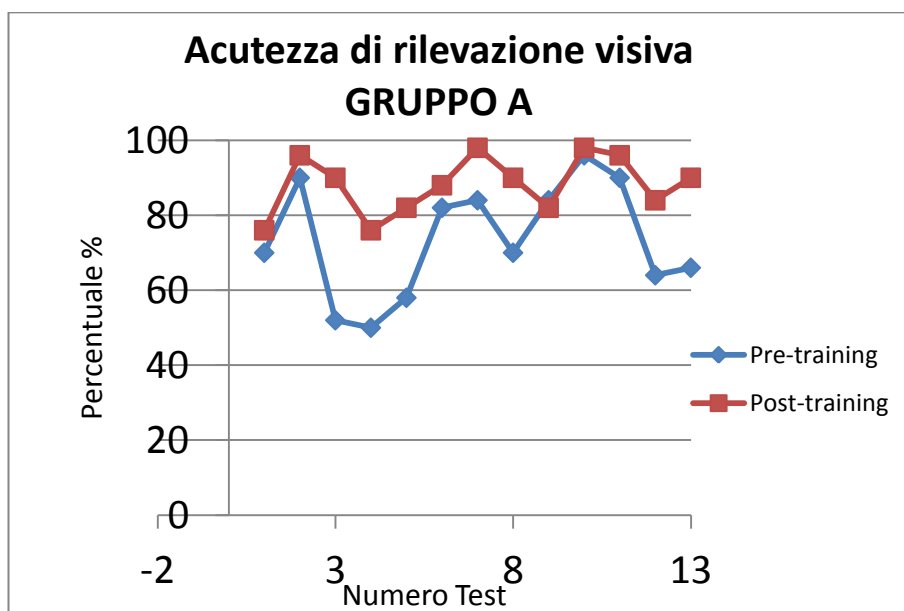
Grafico 1: *Tempi di reazione del GRUPPO A (sperimentale)*

#### **- Effetti sull'acutezza di rilevazione visiva**

Per acutezza di rivelazione visiva, in questo specifico caso, si intende la percentuale dei colpi esatti eseguiti durante il test.

Si osserva dal grafico che la percentuale dell'acutezza, nella fase anticipatoria del training, ha un livello minore rispetto alla percentuale post training. Ciò significa che tale distribuzione, dopo il programma, ha subito un incremento nella maggior parte dei casi; mediamente il miglioramento è stato del **14,61 ± 0,7 %**.

È possibile quindi affermare che, il passaggio dell'informazione visiva al cervello e infine al sistema motorio, abbia subito un'accelerazione dovuta anche, all'allenamento visuo – motorio.

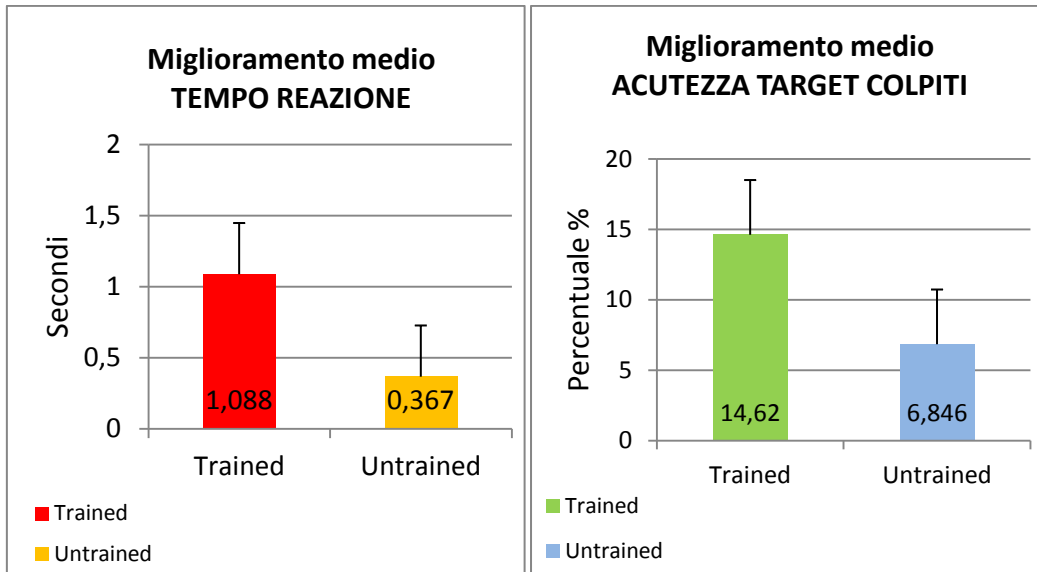


**Grafico 2: Acutezza di rilevazione visiva, espressa in percentuale, del GRUPPO A (sperimentale)**

In entrambi i casi – sia per i tempi di reazione che per l'acutezza di rilevazione - anche nel gruppo controllo (B) si assiste ad un leggero miglioramento, sicuramente provocato dai benefici dell'allenamento motorio della pallavolo a cui le ragazze sono settimanalmente sottoposte.

Si ricorda infatti, che i pre test sono stati somministrati alle atlete, prima dell'inizio della preparazione sportiva e quindi, dopo un periodo consistente di stallo fisico.

Di seguito i grafici riportano i miglioramenti medi, avvenuti nei test sopra descritti, comparati tra il gruppo sperimentale (trained) e controllo (untrained).



**Grafico 3: Miglioramenti medi confrontati tra i due gruppi**

Per miglioramento medio si intende la differenza tra la media dei dati calcolati inizialmente e quella dei dati conclusivi.

$$\text{MIGLIORAMENTO MEDIO} = |(\text{MEDIA PRE-TRAINING}) - (\text{MEDIA POST-TRAINING})|$$

Osservando il grafico del miglioramento specifico al tempo di reazione, l'istogramma in rosso riporta l'incremento subito dal gruppo sperimentale, il quale risulta essere di **1,09 ± 0,2 secondi**; l'atleta quindi – dopo aver seguito l'allenamento visuo – motorio – dal momento in cui il target compare, impiega circa un secondo in meno per localizzarlo e toccarlo.

Per il gruppo controllo invece, il miglioramento corrisponde appena a circa tre decimi di secondo.

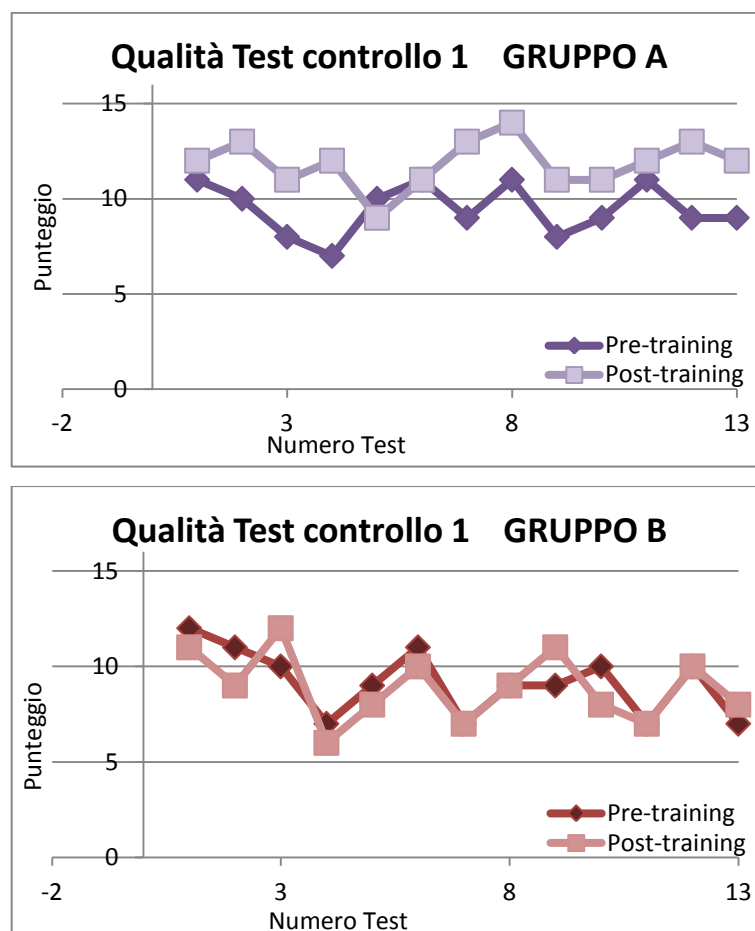
Per quanto riguarda il miglioramento dell'acutezza, nel caso del gruppo allenato (istogramma verde), i soggetti hanno incrementato del **14,62 ± 0,7 %** la loro precisione nel colpire i target senza commettere errori; tale dato è molto significativo, soprattutto se paragonato a quello prodotto dal gruppo controllo (istogramma azzurro). Il miglioramento del gruppo sperimentale è più del doppio di quello avvenuto nel gruppo non allenato.

Nel corso del training visuo – motorio si è lavorato per settimane su alcune abilità visive che, in questo caso saranno chiamate **aspetti primari** o **specifici**.

Alcuni cambiamenti ottenuti grazie all'allenamento, sono dimostrabili *oggettivamente* attraverso il confronto tra i test controllo, altri invece, sono rilevabili solo attraverso la testimonianza diretta e quindi *sogettiva* delle atlete facenti parte al gruppo A.

- ***Effetti sulla flessibilità accomodativa e di vergenza, sulla capacità di focalizzazione a due distanze e sulla coordinazione occhio – piede.***

Queste abilità sono state valutate nel loro insieme, attraverso il Primo Test Controllo.



**Grafico 4: Qualità Test controllo 1**

Osservando i grafici e confrontando attentamente le distribuzioni più scure (pre training) con quelle più chiare (post training), è possibile notare che nel grafico rappresentante il gruppo A, in quasi tutti i casi tranne in due, la qualità dell'esercizio è migliorata. Le atlete svolgono il test più rapidamente e

commettendo minor numero di errori. Tutto ciò è prodotto da un'insieme di contributi: miglior coordinazione occhio – piede, maggior fluidità e velocità nel passaggio della visione da vicino a lontano e viceversa, miglior capacità mnemonica.

Il grafico sottostante raffigura le tendenze del gruppo B. Nella maggioranza dei casi le due distribuzioni si sovrappongono, ciò è sinonimo di mancanza di sostanziali differenze con il passare del tempo.

#### ***- Effetti sulla qualità dei movimenti saccadici***

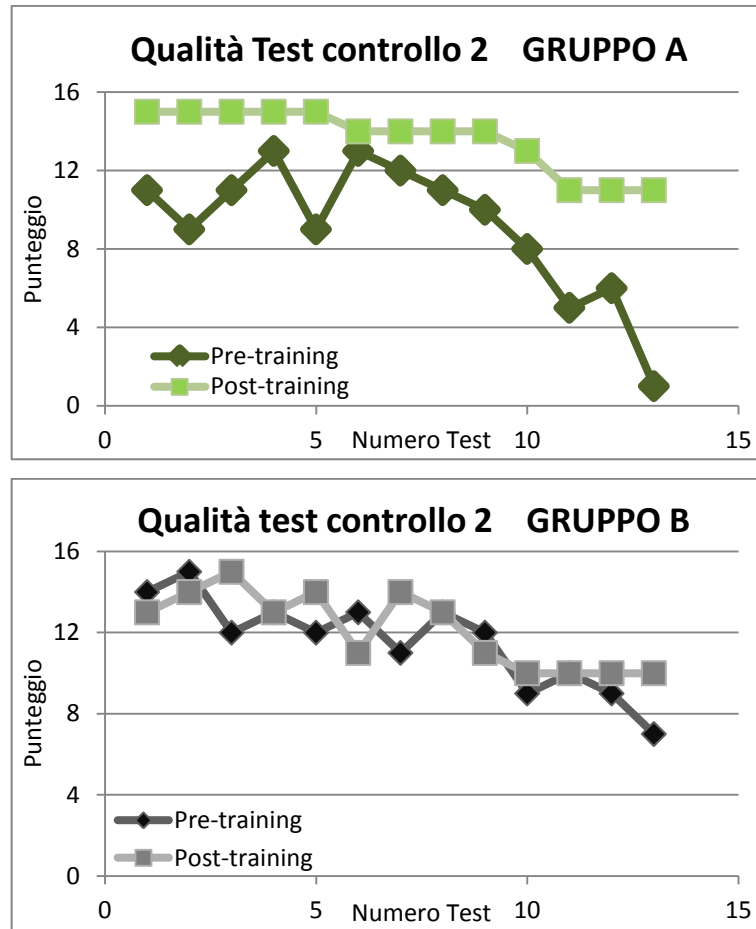
Il Test controllo numero 2 ha valutato la rapidità, fluidità e accuratezza dei movimenti saccadici. I dati sono riportati nei grafici sottostanti.

A prima vista ciò che si nota è una profonda diversità tra i due grafici per alcuni aspetti; essi riportano le misure prese prima e dopo il training.

L'aspetto primario che si osserva è la differenza sostanziale tra le due distribuzioni, nel primo caso le distribuzioni si interpolano solamente in un punto, nel secondo invece, le linee sono sovrapposte per quasi tutta la loro lunghezza.

Un ulteriore aspetto evidente è la diversità dei dati misurati nella fase pre training (colore scuro). Nel gruppo A quest'ultimi sono maggiormente concentrati tra gli 8 e i 12 punti, hanno valore massimo di 13 e minimo addirittura di 1 punto. I dati del gruppo B invece, sono più omogenei e si aggirano con maggiore frequenza tra i 14 e i 10 punti, non scendendo mai al di sotto dei 7 punti.

Questa situazione suggerisce un livello base più elevato delle atlete Untrained rispetto alle Trained. Dopo le settimane di training però, il livello delle prime è rimasto costante, mentre il livello del gruppo sperimentale si è fortemente modificato, conformandosi e innalzandosi in media di 4 punti.



**Grafico 5: Qualità Test controllo 2**

Finora sono stati riportati i grafici rappresentanti le distribuzioni dei dati misurati prima e dopo il training visuo – motorio, ora verranno rivelati i miglioramenti avvenuti per questi specifici aspetti, in una tabella.

In base ai dati riportati nella seguente tabella, è possibile affermare che:

- nel primo Test controllo, il gruppo A è migliorato di ben due punti rispetto al gruppo B, eseguendo l'esercizio con una qualità molto maggiore rispetto alla fase pre training;
- nel secondo Test controllo, la qualità e la fluidità dei movimenti saccadici è stata nettamente maggiore nel gruppo sperimentale (A), il quale, ha subito un incremento di ben quattro punti totali;
- i risultati de Flipper, sia di accomodazione che di vergenza, sono di supporto al miglioramento avvenuto nel Test controllo 1 il quale, oltre alla velocità di

coordinazione occhio – piede, valuta la flessibilità accomodativa e di vergenza. Le atlete del gruppo A, al test dei Flipper eseguono mediamente circa tre cicli al minuto in più, rispetto al periodo che ha preceduto l'allenamento.

**Tabella I: Confronto dei miglioramenti avvenuti nel GRUPPO A (sperimentale) e B (controllo)**

|  | GRUPPO A       |                 |                  | GRUPPO B       |                 |                  |
|--|----------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|
|  | MEDIA PRE TEST | MEDIA POST TEST | MIGLIOR. MEDIO * | MEDIA PRE TEST | MEDIA POST TEST | MIGLIOR. MEDIO * |
| <b>TEST CONTROLLO 1</b><br>(punteggio) | 9,46±0,4       | 11,85±0,3       | 2,38±0,1         | 9,15±0,5       | 8,92±0,5        | 0,23±0,0         |
| <b>TEST CONTROLLO 2</b><br>(punteggio) | 9,15±0,9       | 13,62±0,4       | 4,46±0,5         | 11,54±0,6      | 12,15±0,5       | 0,61±0,1         |
| <b>FLIPPER ±2</b><br>(Cicli/min)       | 7,15±1,3       | 10,77±1,5       | 3,61±0,2         | 10,08±1,1      | 11,31±1,0       | 1,23±0,1         |
| <b>FLIPPER 8BI/12BE</b><br>(Cicli/min) | 9,46±1,2       | 12,15±1,4       | 2,7±0,2          | 10,77±0,9      | 11,92±0,9       | 1,15±0,0         |

MIGLIOR. MEDIO \*: Miglioramento medio

Tutti i Test base sopra descritti e somministrati prima e dopo il training, hanno riportato rilevanti variazioni, soprattutto per quanto riguarda il gruppo sperimentale. Un unico test che – nonostante l'allenamento visuo – motorio per il gruppo A e motorio per il gruppo B – non ha subito alcun cambiamento è il Test per la misurazione delle eteroforie, Facchin Card. Questo risultato era comunque prevedibile poiché, il VT generalmente lavora incrementando le capacità fusionali in compensazione alle eteroforie.

I progressi finora riportati sperimentalmente sono stati ulteriormente confermati dalle testimonianze dalle atlete. Fondamentale infatti, per la ricerca



sono le sensazioni che le ragazze hanno provato nel corso del training, durante i loro allenamenti e le loro partite.

Le atlete hanno riportato le loro testimonianze e i loro pareri in un questionario finale, dichiarando: maggior fluidità nei movimenti oculari, maggior concentrazione e attenzione selettiva, aumento della capacità di svolgere con precisione più compiti contemporaneamente, minor distrazione provocata dai rumori esterni, incremento della memoria visiva, aumento della consapevolezza periferica con conseguente maggior coscienza della posizione delle compagne in campo, ed infine, maggior attenzione visiva e rapidità nei movimenti oculari, i quali guidano e coordinano in miglior modo il loro corpo.

#### ***4.2 Conclusioni***

Nel corso dell'intera programmazione le atlete che hanno preso parte al training visuo - motorio sono state scrupolosamente seguite, osservate, stimolate, spronate e corrette.

Dopo accurate osservazioni è possibile affermare che, le ragazze, durante queste cinque settimane, hanno svolto un percorso progressivo e diversificato l'una dall'altra, ma nel complesso comunque, assolutamente migliorativo.

Ogni individuo è diverso dall'altro, ha proprie caratteristiche, capacità e propri tempi. Lavorando con 13 ragazze, diverse, ci si rende veramente conto di quanto valore abbia tutto questo.

I progressi, con lo svolgimento e la ripetizione di un esercizio erano subito evidenti, ma era anche palese notare le differenze tra un'atleta e l'altra.

Alcune erano più predisposte all'esecuzione di un esercizio e già alla seconda ripetizione non commettevano errori, altre dovevano lavorare molto più duramente per ottenere lo stesso risultato.

Basandoci solo su osservazioni, tralasciando calcoli di tempi ed errori, giunti alla metà degli allenamenti, si rileva che le atlete sono notevolmente più coordinate nei movimenti, più sicure e precise negli spostamenti corporei svolti durante gli esercizi e più rapide nella loro esecuzione. Dal punto di vista visivo, eseguono gli esercizi più velocemente, con meno numero di errori e con minor fatica.

Giunti agli ultimi allenamenti, le ragazze sono attente e concentrate sull'obiettivo dell'esercizio, si rendono conto da sole di eventuali errori, riuscendo immediatamente ad auto correggersi.

Sulla base dei risultati scientifici, delle osservazioni e delle testimonianze è possibile sostenere che il programma di training visuo – motorio svolto con metodo S.V.T.A. ha prodotto importanti modifiche e miglioramenti sia nel sistema visivo che motorio delle atlete, sottoposte ad esso. Per ora, non è possibile affermare che il training abbia incrementato la prestazione sportiva delle ragazze poiché, per osservare oggettivamente un miglioramento sportivo il programma avrebbe dovuto avere una durata complessiva molto più lunga ed essere integrato nell'allenamento tecnico e specifico per tutta la durata della stagione sportiva.

È importante però, sottolineare i benefici visivi ottenuti dalle ragazze partecipanti, che si sono inevitabilmente riversati anche nella loro vita sportiva e privata. Giorgia infatti, sostiene di essere più rapida ed avere maggiore memoria nella trascrizione dei numeri al lavoro e Anna afferma di ricopiare dalla lavagna al quaderno più velocemente a scuola.

## **Bibliografia**

- AOA Board of Trustees; *"Definition of vision training and rehabilitation"*; Giugno 2004.
- Berthoz A.; *"Il senso del movimento"*; McGraw-Hill Libri Italia srl; 1998; 17; 52; 53.
- Brian T. Miller, Wesley C.; *"From Vision to Decision: The Role of Visual Attention in Elite sports performance"*; Eye & Contact Lens ; 2011; 37: 131–139.
- Bucci M.; *"Oftalmologia"*; Universo 1993.
- Calder SL, Kluka DA; *"The efficacy of the EyeThinkSport training software programme on South African high school cricketers:sport psychology"* in African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance; 2009; 44-61.
- Casagrande V.A.; *"A third visual pathway to primate area V1"*; Trends in Neuroscience; 1994; 305-310.
- Costa C.; *"Teoria e metodologia del movimento"*; 2009 – 2010. Facoltà di medicina e chirurgia, Università degli Studi di Catania
- Falkowitz C., Mendel H.; *"The role of visual skills in batting averages"*; Optom Wkly; 1977; 68: 577-80.
- Formenti M.; *"Visione e apprendimento"*; *"Esame visivo"*; *"Vision Training"*; 2008 – 2009. Facoltà di scienze MM.FF.NN, Università degli studi di Padova
- Gao Y; *"Contributions of Visuo-oculomotor Abilities to Interceptive Skills in Sports"*; Optometry Vision Science; 2015; 92(6):679-89.
- Gesell A.L.; *"I primi 5 anni di vita"*; Astrolabio, Roma; 1950; 125-136.
- Harrington D.O.; *"The visual fields"* 1983; 3° Ed.
- Herman et al; *"Cerebral Cortex, Sensory – motor areas and aspects of cortical connectivity"*; 1985; Vol.5.
- Hubel D.H, Wiesel T.N.;

1)“Laminar and columnar distribution of Geniculo – cortical fibers in the macaque monkey”; in Journal of comparative neurology; 1972; pp 421- 450.

2)“Receptive fields, binocular interection and functional architecture in the cat’s visual cortex” ; in Journal of Phycology; 1962; pp 106-154.

- Kandel E.R. et al; “*Principi di neuroscienze*”; 4° edizione 2015; 338-345; 357-368.

- Kirshner A.J.; “*Il Visual training Integrativo*”; SOE; 1995.

- Lee B.B.; “Receptive Field Structure in the primate retina” in Vision Research; 1996; 631-644.

- Lupi V.; “*Lezioni di anatomia e fisiopatologia oculare per studenti di Optometria*”; Fabiano Editore; 2004; 65; 91-93; 99-103; 115-116.

- Piras A, Lobietti R, Squatrito SA.; “*Study of saccadic eye movement dynamics in volleyball: comparison between athletes and non-athletes*”; in Journal of Human Kinetics; 2010; 50(1): 99–108.

- Purghè F., Stucchi N., Oliviero A.; “*La percezione visiva*”; Utet libreria; 1999; 80-81; 97-100; 104-125.

- Rezaee M, Ghasemi A, Momemi M.; “*Visual and athletic skills training enhance sport performance*” in European Journal of Experimental Biology; 2012; 2243-225.

- Ridgway, M.D., Kluka, D.; “*The research/coach relationship: how to enhance it*”. In Southern District AHPERD Convention; 1987.

- Rossetti A., Gheller P.; “*Manuale di Optometria e contattologia*”; 2003, Zanichelli editore; 132-139; 156.

- Schorer J, Rienhoff R, Fischer L, Baker J; “*Foveal and peripheral fields of vision influences perceptual skill in anticipating opponents' attacking position in volleyball*”; 2013; 38(3):185-92.

- Shapley R.M., Perry V.H.; “*Cat and Monkey Retinal Ganglion Cells and their Visual Functional Role*”; in Trends in Neuroscience; 1986; 229-235.

- Valberg A, Lee B.B., Kaiser P.K., Kremer J.; “*Responses of macaque gaglion cells to movement of chromatic borders*”; in Journal of Physiology; 1992; 579-602.

- Vogel G.L., Hale R.E.; *“Does participation in organized athletics increase a child’s scoring ability on the Wayne Saccadic Fixator”*; J Behav Optom; 1992; 3: 66-69.
- Wheatstone C.; *Contribution of the physiology vision – parte the first*; London, 1838.

### **Sitografia**

- A. Cagno, M. Rinaudo; *“Si può rispondere anche ai servizi bomba”*; in [www.supertennis.it](http://www.supertennis.it); 18 Luglio 2016
- [Altrimondi.altervista.org/la-corteccia-visiva-primaria/](http://Altrimondi.altervista.org/la-corteccia-visiva-primaria/) del 12 Novembre 2012
- Ansa.it: *“Supervista con ginnastica degli occhi, atleti con 20 decimi”* del 10 Giugno 2016 di A. Segnalini; Congresso nazionale *“Ipovisione – Sportvision”*; 2016
- Dizionario di medicina Treccani
- Federottica.it
- Gazzetta.it: *“Vista e sport: l’importanza del visual training”* del 16 Aprile 2014
- [My-personaltrainer.it/fisiologia/propriocezione](http://My-personaltrainer.it/fisiologia/propriocezione) del 31 Dicembre 2015; Dr. D. Sganzerla
- [Posturologiaweb.it/postura-e-sistema-visivo](http://Posturologiaweb.it/postura-e-sistema-visivo) Dr. G. Pantaleo
- Svta.it; Dr. A. Cagno
- Wikipedia



## ***Ringraziamenti***

Ringrazio tutti i Professori che con la loro passione per l'insegnamento hanno contribuito alla mia crescita culturale per quanto riguarda questa splendida professione.

Un ringraziamento particolare al Dott. Fabio per la disponibilità data negli ultimi mesi e per aver contribuito alla riuscita di questo elaborato; all'ASD Nuova Caldiero e a tutte le atlete per la loro disponibilità; a parenti ed amici per avermi supportato e sopportato in questi tre anni; Valentina e Ilenia per lo splendido percorso fatto assieme.