



Le abilità oculomotorie nell'analisi visiva integrata (AVI)

di **Silvio Maffioletti e Angela Ravasi**

Scheiman e Wick (2002) hanno sottolineato come un'analisi completa della funzione visiva debba verificare tre aree che si riferiscono rispettivamente all'integrità della funzione visiva (salute oculare, acuità visiva e condizione refrattiva), all'efficienza visiva (accomodazione, visione binoculare e abilità oculomotorie) e al processamento delle informazioni visive (abilità visuospatiali, abilità di analisi visiva e abilità di integrazione visuo-motoria). La verifica delle tre aree della visione attraverso specifici test e opportune valutazioni costituisce l'analisi visiva integrata (AVI).

Il sistema oculomotore

Il sistema oculomotore, collocato nella seconda area del modello visivo di Scheiman e Wick, svolge vari importanti compiti (Grosvenor, 2002):

- aumenta il campo visivo attraverso i movimenti degli occhi nell'orbita, trasformando il campo di visione in campo di fissazione;
- fa coincidere e mantiene la fovea allineata all'oggetto di interesse per tutto il tempo della fissazione;
- orienta gli assi visivi in posizioni tali da

garantire una visione binoculare stabile.

L'occhio è simile a una sfera e può compiere movimenti rotatori attorno al proprio centro di rotazione, situato 13,5 mm dietro la superficie corneale anteriore e 10,5 mm davanti al polo posteriore. La linea che congiunge la fovea con l'oggetto fissato, passando per i punti nodali dell'occhio, è definita asse visivo ed è l'asse di maggiore interesse nella pratica clinica (Faini, Maffioletti, 2006).

Ogni occhio è dotato di sei muscoli di tipo striato, distinti in quattro retti e due obliqui: Retto Superiore (RS), Retto Inferiore (RI), Retto Mediale (RM), Retto Laterale (RL), Obliquo Superiore (OS), Obliquo Inferiore (OI). I muscoli retti e l'obliquo superiore originano dall'anello di Zinn, posto all'apice dell'orbita e costituito da tessuto connettivo e fibroso posto attorno al forame ottico, mentre l'obliquo inferiore

nasce dal pavimento anteriore dell'orbita (Pregliasco, Facchin, 2005).

I nuclei di origine dei nervi cranici sono situati nel tronco cerebrale. Tutte le strutture che costituiscono il bulbo oculare vengono innervate da cinque nervi cranici del sistema nervoso periferico (III, IV, V, VI e VII), come descritto dalla tabella; tre di essi (III, IV e VI) innervano specificamente la muscolatura extraoculare (Bairati, 1997).

Ciascun muscolo orienta l'occhio in una precisa direzione, conseguente sia all'angolazione del muscolo rispetto all'asse antero-posteriore dell'occhio che al suo punto di inserzione (Airaghi, Altmani, 1997).

Nervo Cranico	Struttura Innervata
III – Oculomotore comune	Muscolo Retto mediale
	Muscolo Retto superiore
	Muscolo Retto inferiore
	Muscolo Obliquo inferiore
	Muscolo elevatore della palpebra
	Muscolo sfintere dell'iride
IV – Trocleare	Muscolo Obliquo superiore
V – Trigemino (1a branca)	Cute palpebrale superiore e inferiore
	Cornea
	Congiuntiva
VI - Abducente	Muscolo Retto laterale
VII - Facciale	Ghiandola lacrimale principale
	Muscolo orbicolare delle palpebre

Integrità della funzione visiva	Efficienza visiva	Processamento delle informazioni visive
Salute oculare	Accomodazione	Abilità visuospatiali
Acuità visiva	Visione binoculare	Abilità di analisi visiva
Condizione refrattiva	Abilità oculomotorie	Abilità di integrazione visuo-motoria

Duzioni, versioni e vergenze

Come evidenziato dalle figure (Dale, 1988) i movimenti monoculari dell'occhio sono chiamati duzioni, quelli realizzati in condizioni binoculari sono invece denominati versioni (quando gli occhi ruotano nella stessa direzione) oppure vergenze (quando gli occhi convergono o divergono).

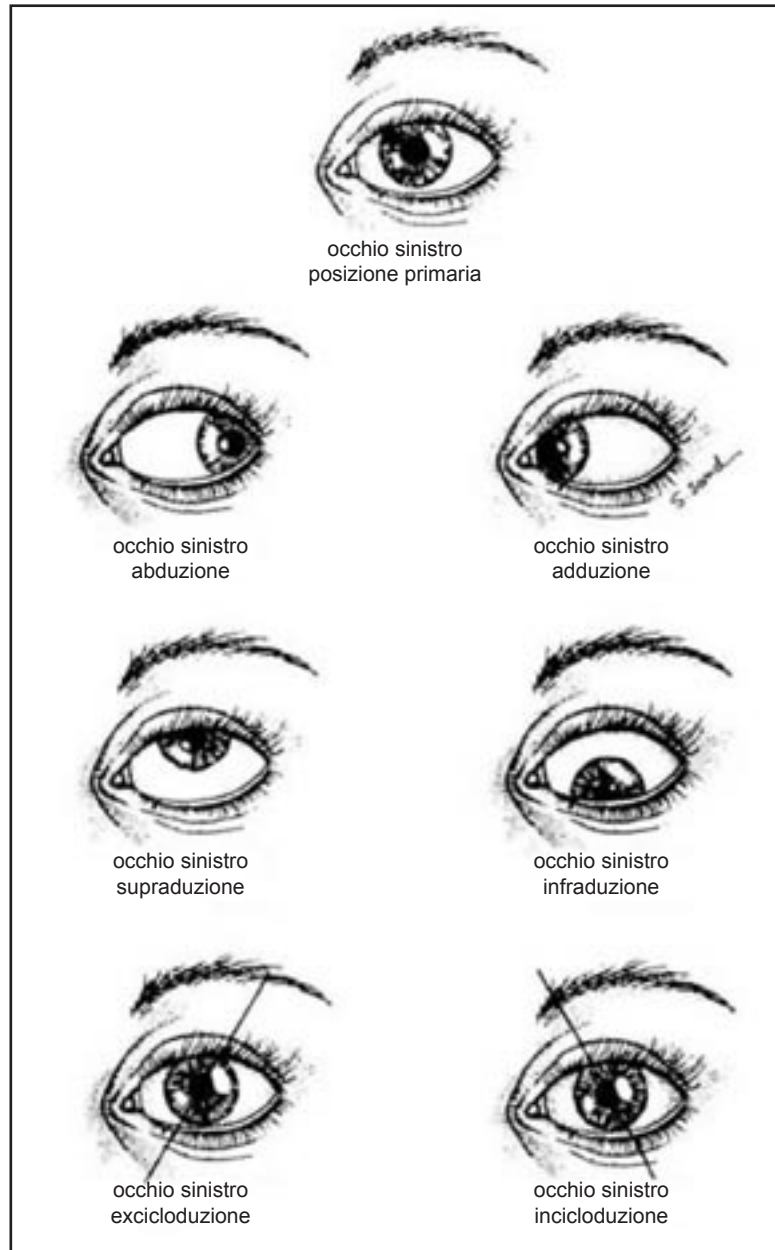
Le versioni sono movimenti sincroni e simultanei, che possono essere ulteriormente distinti in movimenti saccadici e movimenti di inseguimento (pursuit). Le vergenze (convergenza e divergenza) sono movimenti coordinati dei due occhi, che si orientano in direzione opposta: nella convergenza si ha la contemporanea rotazione temporo-nasale di entrambi gli occhi, nella divergenza (convergenza negativa) si ha la simultanea rotazione naso-temporale di entrambi gli occhi (Pregliasco, 2005).

Tutti i movimenti oculari si realizzano attorno ai tre assi di Fick (X, Y e Z) nelle seguenti modalità (Ravasi et al., 2005):

- X o asse orizzontale: una rotazione dell'occhio attorno all'asse X provoca un'elevazione o una depressione della cornea; il polo posteriore dell'occhio ha un movimento in direzione opposta;
- Z o asse verticale: una rotazione dell'occhio attorno all'asse Z provoca un movimento verso l'esterno (abduzione) o verso l'interno (adduzione) della cornea; il polo posteriore dell'occhio ha un movimento in direzione opposta;
- Y o asse antero-posteriore, perpendicolare al piano di Listing: una rotazione dell'occhio attorno all'asse Y implica un movimento di torsione del bulbo oculare.

I vari possibili movimenti monoculari e binoculari degli occhi sono sintetizzati nella tabella a lato (Airaghi, Altmani, 1997):

La coordinazione dei movimenti oculari avviene nei centri corticali per l'oculomozione che sono nel cervelletto, nei centri posti nel lobo frontale dell'encefalo (area 8) e nei centri posti nel lobo occipitale in corrispondenza delle aree 17, 18 e 19 della corteccia. Tali centri controllano i



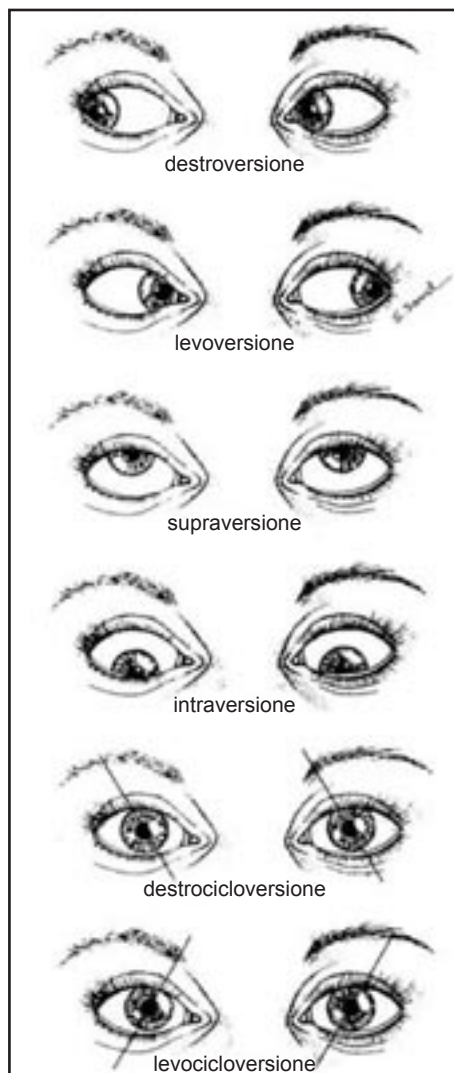
Movimenti Monoculari	Movimenti Binoculari	
Duzioni	Versioni	Vergenze
Adduzione	Destroversione	Convergenza
Abduzione	Sinistroversione	Divergenza
Sursumduzione (Elevazione)	Sursumversione (elevazione)	Sursumvergenza destra (deorsumvergenza sinistra)
Deorsumduzione (abbassamento)	Deorsumversione (abbassamento)	Deorsumvergenza destra (sursumvergenza sinistra)
Incicloduzione (intorsione)	Destrocicloversione	Inciclovergenza
Excicloduzione (extorsione)	Sinistrocicloversione	Exciclovergenza



movimenti oculari volontari (in particolare quelli associati sul piano orizzontale), coordinano i movimenti oculari riflessi (evocati da stimoli visivi, da riflessi di fissazione, da movimenti di inseguimento e da riflessi fusionali) e mantengono stabile la posizione degli occhi rispetto alla posizione del corpo (Pocaterra, Maffioletti, Ruggeri, 2004).

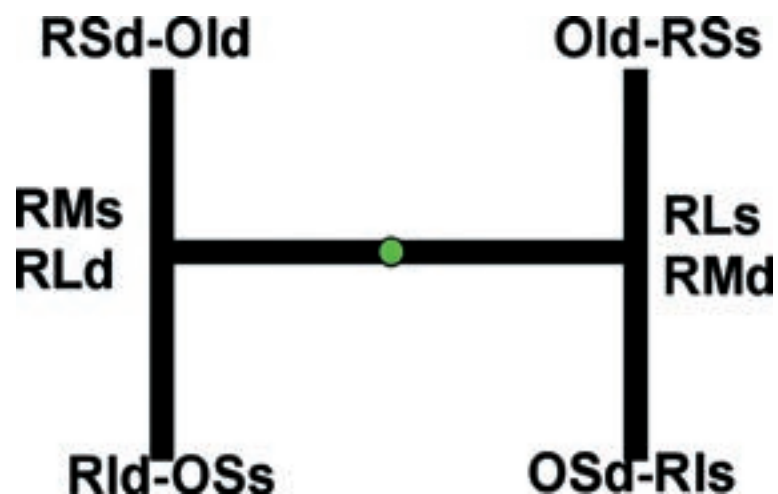
Movimenti saccadici e movimenti di inseguimento

I movimenti oculari saccadici, attraverso rapidissime rotazioni del bulbo oculare, allineano la fovea a oggetti di interesse che stimolano aree retiniche periferiche. Il termine saccade, di derivazione francese, significa "scossone" e indica proprio la natura rapida e improvvisa di questo movimento,



Per verificare i movimenti oculari

- Valutare i movimenti oculari partendo dalla posizione primaria di sguardo, una condizione in cui il soggetto (che tiene la testa verticale) fissa un punto situato all'infinito e in posizione mediale.
- Muovere una mira luminosa, tenuta a 40-50 cm dal soggetto, nelle varie posizioni di sguardo seguendo lo schema dell'H diagnostica (vedi figura);
- Verificare sia la funzionalità monoculare (occludendo uno dei due occhi) sia quella binoculare.
- Tenere osservati i riflessi corneali, che evidenziano eventuali disallineamenti degli assi visivi;
- Investigare con particolare attenzione le posizioni diagnostiche di sguardo, cioè le posizioni verso le quali un occhio viene spostato mediante l'azione specifica di uno dei muscoli oculari.
- Osservare la fluidità, la precisione e la completa estensione del movimento di inseguimento della mira luminosa.
- Registrare ogni anomalia qualitativa dei movimenti monoculari e binoculari osservata nel corso del test; registrare altresì sensazioni soggettive quali diplopia, nausea, visione sfuocata, tensione o bruciore.



che una volta iniziato non può più essere modificato (Prudeniano et al., 2006).

Il movimento saccadico è organizzato in tre fasi (Scheiman, Rouse, 2006):

- Nella prima viene quantificato l'errore retinico, rappresentato dalla distanza che divide la fovea e l'immagine retinica dell'oggetto scelto come bersaglio;
- Nella seconda il sistema neuro-motorio traduce questa discrepanza in impulsi, che stimolano le strutture che generano il movimento saccadico;
- Infine un meccanismo di feedback verifica la posizione di arrivo rispetto allo stimolo bersaglio e, se necessario, evoca un movimento saccadico di correzione.

La saccade può essere evocata da stimoli che compaiono improvvisamente nel campo visivo oppure avere natura volontaria e realizzarsi quando si esplora lo spazio circostante. Nel corso dell'esecuzione della saccade si ha una soppressione dell'immagine, in quanto la sua elevata velocità di esecuzione indurrebbe un'impressione soggettiva di sfuocamento o di movimento apparente dell'immagine (Airaghi, Altmani, 1997). I movimenti lenti di inseguimento mantengono la fovea allineata su oggetti che si muovono nello spazio. Sono evocati dal movimento dell'immagine sulla retina e vengono eseguiti con velocità variabile in relazione alla velocità dell'oggetto osservato

(Facchin, 2005). Quando l'oggetto raggiunge una velocità superiore alla capacità di risposta del sistema d'inseguimento lento si ha l'intervento del sistema saccadico e il mantenimento dell'immagine sulla fovea viene realizzato da un'azione sinergica dei due sistemi (Pregliasco, 2005).

Lo sviluppo dei movimenti oculari

Pur essendo presenti già alla nascita, i movimenti oculari sono inizialmente limitati a causa dell'immaturità della via genicolata; l'inadeguatezza della fissazione e della visione centrale sono però associate a una buona visione periferica in quanto la via extragenicolata (retina periferica-collicolo superiore) funziona già in modo efficiente; ciò permette al sistema oculomotore di eseguire brevi movimenti saccadici, che servono al neonato per orientarsi e per seguire gli oggetti in movimento (Ruggeri, Ciriello, 2005).

Solo dopo i tre mesi di vita il bambino riesce a programmare e compiere movimenti di inseguimento e ampi movimenti saccadici, poiché è ormai in grado di orientare e controllare la fissazione; ciò gli permette un'esplorazione più attiva dello spazio, che si esplica liberamente in base alla sua curiosità.

All'età di tre anni il bambino è in grado di fissare in modo alternato due piccoli oggetti separati tra loro da pochi centimetri e, nel corso dell'esecuzione, effettua prevalentemente movimenti della testa utilizzando in maniera ridotta i movimenti oculari. Nei mesi successivi la componente oculomotoria aumenta gradualmente la sua partecipazione finché, a partire dall'età di cinque anni, il movimento di fissazione viene compiuto con il prevalente contributo del sistema oculomotorio, talvolta integrato da un lieve movimento della testa (Pregliasco, 2005).

Quando affronta la scuola primaria, il bambino dovrebbe avere già interamente sviluppato la capacità di spostare la propria fissazione sui diversi stimoli presenti nell'ambiente senza doverla supportare con il

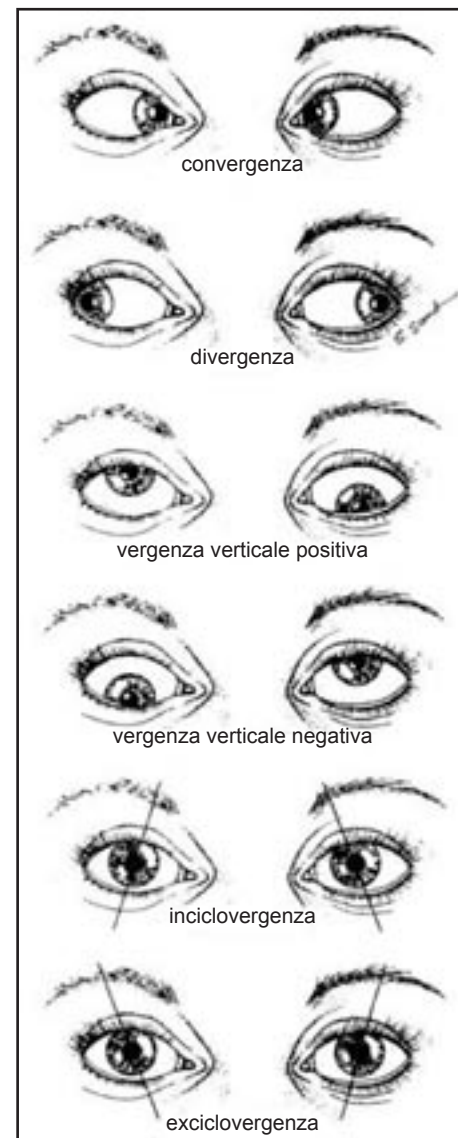
movimento della testa e del corpo; ciò gli consentirà di imparare a leggere avvalendosi di un adeguato sistema oculomotorio (Ravasi et al., 2005).

Conclusioni

PLa visione, attraverso la stretta interazione tra il sistema sensoriale e il sistema oculomotore, permette l'esplorazione, la selezione e l'interpretazione del mondo esterno. Grazie ai movimenti oculari è possibile localizzare la posizione degli oggetti, acquisire informazioni sulla natura spaziale della realtà e, per mezzo dell'afferenza sensoriale retinica, discriminare la forma e l'identità di ciò che è visibile (Maffioletti, Ruggeri, 2004).

Riferimenti bibliografici

- Airaghi E., Altmani A., *I muscoli dell'occhio e la funzionalità binoculare*, Assopto Milano, 1997.
- Bairati A., *Anatomia Umana*, Minerva Medica, Torino, 1997.
- Dale R.T., *Motilità oculare e strabismo*, USES, Firenze, 1988
- Facchin A., Le abilità visuospatiali, in *Il bambino e le abilità di lettura: il ruolo della visione*, a cura di Maffioletti S., Pregliasco R., Ruggeri L., FrancoAngeli, Milano, 2005.
- Faini M., Maffioletti S., *Optodizionario*, in www.soeo.it, 2006.
- Grosvenor T., *Primary care optometry*, Butterworth Heinemann, Boston, 2002.
- Maffioletti S., Ruggeri L., Appunti del corso di Laboratorio di Tecniche Fisiche per l'Optometria I, Corso di Laurea in Ottica e Optometria dell'Università degli Studi di Milano Bicocca, a.a. 2003/2004.
- Pocaterra R., Maffioletti S., Ruggeri L., Appunti del corso di Ottica Visuale, Corso di Laurea in Ottica e Optometria dell'Università degli Studi di Milano Bicocca, a.a. 2003/2004.
- Pregliasco R., Facchin A., Test di valutazione delle abilità oculomotorie, in *Il bambino e le abilità di lettura: il ruolo della visione*, a cura di Maffioletti S., Pregliasco R., Ruggeri L., FrancoAngeli, Milano, 2005.



- Pregliasco R., *Il sistema oculomotore, in Il bambino e le abilità di lettura: il ruolo della visione*, a cura di Maffioletti S., Pregliasco R., Ruggeri L., FrancoAngeli, Milano, 2005.
- Prudenzano S., Papagni A., Maffioletti S., Facoetti A., *Abilità visive nell'età evolutiva: verifica e valutazione*, Tesi di laurea in Ottica e Optometria, Università degli Studi di Milano Bicocca, a.a. 2005/2006.
- Ravasi A., Papagni A., Maffioletti S., Ruggeri L., Lorusso M.L., Facoetti A., *Acuità visiva, movimenti oculari e apprendimento della lettura*, Tesi di laurea in Ottica e Optometria, Università degli Studi di Milano Bicocca, a.a. 2004/2005.
- Ruggeri L., Ciriello M., *Uno sguardo alla psicologia dello sviluppo*, in *Il bambino e le abilità di lettura: il ruolo della visione*, a cura di Maffioletti S., Pregliasco R., Ruggeri L., FrancoAngeli, Milano, 2005.
- Scheiman M., Wick B., *Clinical management of binocular vision, heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2002.
- Scheiman M., Rouse M., *Optometric management of learning-related vision problems*, Mosby Elsevier, St. Louis, 2006.