

# La stereopsi globale e locale

Maria Vittoria Manzoli\*, Isabel Rota\*, Alessio Facchin\*, Silvio Maffioletti\*\*

\*Optico-optometrista

\*\*Docente a contratto del Corso di Laurea in Ottica e Optometria, Università degli Studi di Milano - Bicocca

## Abstract

### Global and local stereopsis

**Introduction** Binocular vision have several advantages, including stereopsis. There are two kinds of stereopsis: global and local. The purpose of this research was to confirm, in evolutionary age, the presence of two separable type of stereopsis.

**Materials and methods** For evaluation was utilized the Butterfly Stereo Acuity Test with LEA Symbols for local stereopsis and the TNO test for global stereopsis. The sample of subjects was composed of 130 children from 6 to 13 years.

**Results** There are low correlation between the two test and significant quantitative difference with high results for local stereopsis.

**Discussion** Global and local stereopsis are two separate type. For these reason, for a complete evaluation is always necessary to test the local and the global stereopsis.

Quaderni acp 2011; 18(1): 27-31

**Key words** Binocular vision. Stereoacuity. Global stereopsis. Local stereopsis

**Introduzione** La visione binoculare offre vari vantaggi, tra cui la stereopsi. Si definiscono due tipologie di stereopsi, una locale e una globale. Scopo di questa ricerca è confermare che, in età evolutiva, le due tipologie di stereopsi e i relativi strumenti di indagine hanno caratteristiche e qualità differenti.

**Materiali e metodi** La stereopsi locale è stata investigata attraverso l'utilizzo del Butterfly Stereo Acuity Test con LEA Symbols, mentre la stereopsi globale è stata indagata attraverso l'utilizzo del TNO Test. Hanno partecipato alla ricerca 130 soggetti tra i 6 e i 14 anni.

**Risultati** È risultata una scarsa correlazione tra i due test utilizzati, con valori di stereopsi locale mediamente maggiori e diversi da quelli di stereopsi globale.

**Discussione** La stereopsi globale e la stereopsi locale hanno effettivamente caratteristiche e qualità differenti. Per questo, quando si vuole verificare con precisione e completezza la qualità della visione binoculare, è opportuno eseguire sia un test per la stereopsi locale sia un test per la stereopsi globale.

**Parole chiave** Visione binoculare. Stereoacuità. Stereopsi globale. Stereopsi locale

## Introduzione

La visione binoculare (o binocularità) è la condizione in cui i due occhi partecipano alla formazione di un'unica immagine, consentendo al soggetto di integrare le immagini monoculari (leggermente dissimili) per costruire un'immagine singola con qualità superiori. Le immagini retiniche monoculari sono leggermente diverse, perché gli occhi distano tra loro 50-70 mm e hanno quindi un orientamento lievemente differente nei riguardi dell'oggetto osservato. Tale discrepanza prende il nome di disparità retinica.

Il fondamento anatomo-fisiologico della binocularità è la presenza di una normale corrispondenza retinica. In ogni occhio, quando c'è normale corrispondenza retinica, ognuno dei punti retinici possiede

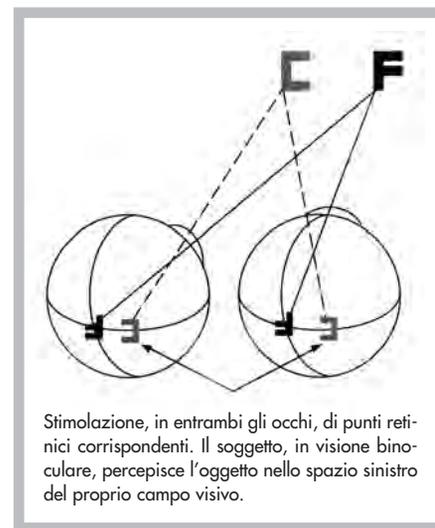
le medesime coordinate spaziali di corrispondenti punti situati nella retina dell'occhio controlaterale. A ogni punto retinico dell'occhio destro corrisponde quindi un punto retinico dell'occhio sinistro in posizione omologa; tutti i punti coniugati vengono definiti "punti retinici corrispondenti". Sulla comune direzione visiva dell'insieme dei punti retinici corrispondenti si fonda, in un sistema binoculare privo di anomalie, l'organizzazione dello spazio visivo [1].

Chi è dotato della visione binoculare ha svariati vantaggi: campo visivo più ampio; eliminazione dello scotoma fisiologico di ciascun occhio, grazie alla sovrapposizione dei due campi visivi monoculari; acutezza visiva superiore a quella monoculare; percezione stereoscopica [2].

Il sistema visivo, in assenza di anomalie della visione binoculare, attribuisce a ogni stimolo una specifica localizzazione spaziale. Quindi un oggetto, situato a sinistra del punto di fissazione, stimola un'area dell'emiretina temporale dell'occhio destro e una corrispondente area dell'emiretina nasale dell'occhio sinistro del soggetto; tali punti retinici corrispondenti permettono al soggetto di percepire l'oggetto, in visione binoculare singola, nello spazio sinistro del proprio campo visivo.

La stimolazione simultanea di due punti retinici non corrispondenti (figura 1) dà invece luogo a direzioni visive incongrue che inducono a percepire l'oggetto come doppio (diplopia); allo stesso modo, presentando a due punti retinici corrispondenti due diversi oggetti (oppure il medesimo oggetto con colore, luminosità o dimensione diversi), si provoca nel soggetto una situazione di visione instabile, definita "confusione" [3]. Per eliminare tale inaccettabile condizione, il sistema visivo mette rapidamente in atto opportuni meccanismi adattivi, come la sospensione o la soppressione [4]. Il sistema visivo calcola, per ogni punto di fissazio-

**FIGURA 1: PUNTI RETINICI CORRISPONDENTI**



Per corrispondenza:  
Silvio Maffioletti  
e-mail: silvio.maffioletti@virgilio.it

ne, la disparità retinica degli oggetti che compongono lo spazio visivo e assegna loro una maggiore o minore profondità. Per questo la disparità retinica, prodotta dalla distanza che separa i due occhi, è la base della percezione della profondità.

La binocularità può essere: stabile, instabile, assente. La seconda condizione, denominata binocularità fragile, può determinare sintomi astenopici e/o riduzione dell'efficienza visiva, soprattutto nel corso di attività che richiedono attenzione sostenuta per periodi prolungati come, per esempio, la lettura e la guida di veicoli [5] (figura 2).

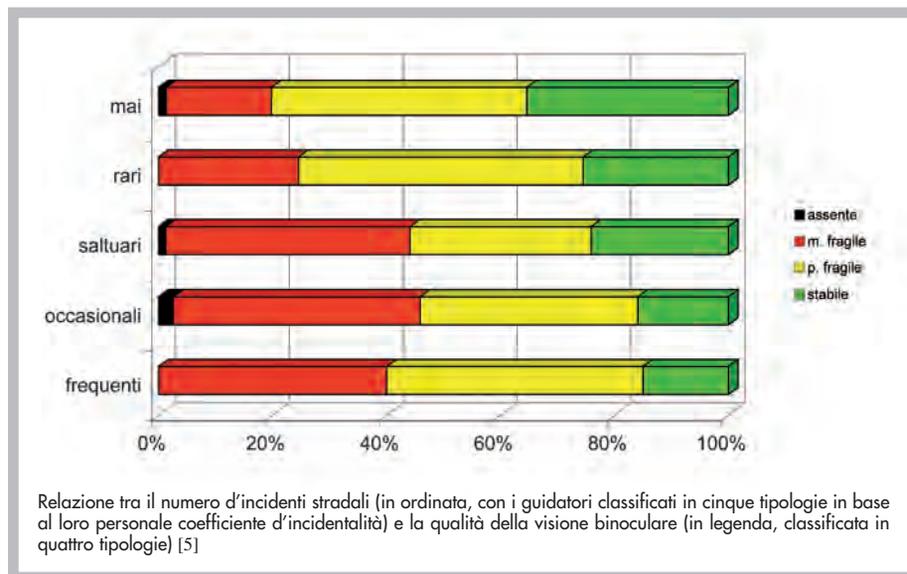
La valutazione della visione binoculare comprende una sequenza di test che indagano, in modo progressivo, dapprima la visione simultanea, poi la capacità fusionale e infine il senso stereoscopico [6]. Quest'ultimo rappresenta la forma più fine della cooperazione binoculare ed è maggiore nell'area centrale di fissazione, dove esiste una maggior capacità discriminativa conseguente all'elevata concentrazione dei coni [7].

La stereopsi è il processo visuo-percettivo che conduce alla sensazione della profondità, partendo da due immagini retiniche monoculari leggermente differenti. Il senso stereoscopico (definito anche capacità stereoscopica o stereopsi) si realizza a livello della corteccia striata e a livelli corticali ancor più elevati, laddove vi è una rielaborazione delle informazioni provenienti dai due occhi; è stata riscontrata la presenza di neuroni sensibili alla disparità retinica in tutta la via magnocellulare e, più nello specifico, in V1, in V5 e nelle strisce spesse di V2 [8].

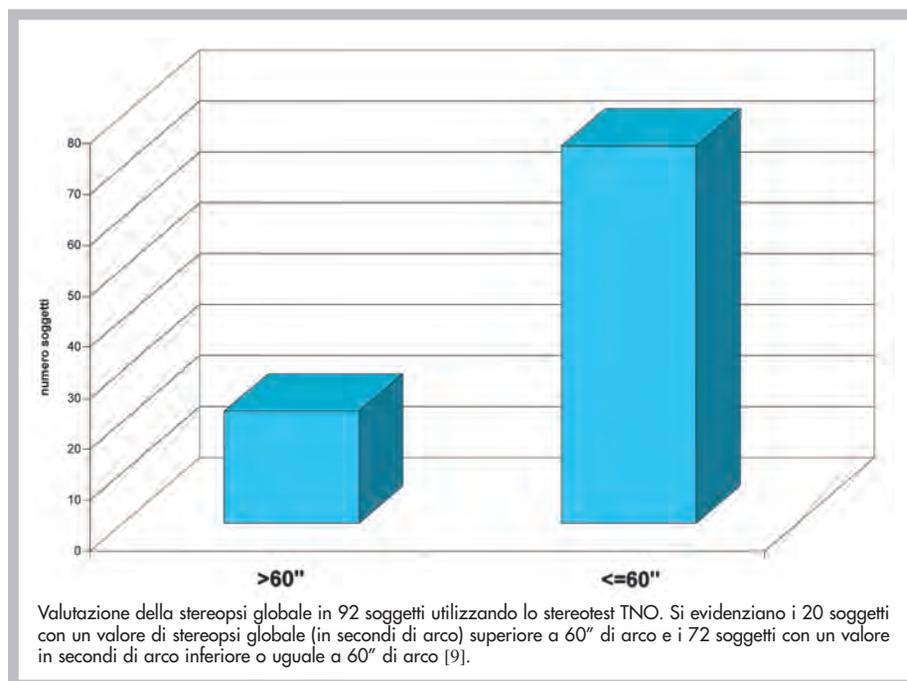
La valutazione della capacità stereoscopica permette di evidenziare disfunzioni visive anche di grado lieve. Una normale visione stereoscopica, per essere raggiunta, deve infatti necessariamente basarsi su un'adeguata qualità anatomico-funzionale (di ordine ottico-rifrattivo, neurale e motorio) di entrambi gli occhi [4].

È detta acutezza stereoscopica (o stereocuità) la disparità minima sotto la quale non si produce alcun effetto stereoscopico nel soggetto esaminato. Un'acutezza stereoscopica di 60 secondi di arco è nella norma, mentre 15-30 secondi d'arco rappresentano un valore clinicamente eccellente [6]. Una recente ricerca relativa alla capacità stereoscopica globale, eseguita su un campione di 92 sog-

**FIGURA 2: BINOCULARITÀ E INDICE D'INCIDENZA**



**FIGURA 3: STEREOPSI GLOBALE**



getti delle scuole primarie e secondarie utilizzando lo Stereotest TNO, ha evidenziato un valore di stereopsi superiore a 60'' di arco in 20 soggetti (22%) e un valore inferiore o uguale a 60'' di arco in 72 soggetti (78%) (figura 3) [9].

La capacità stereoscopica ha inizio più precocemente nelle femmine che nei maschi. Si affina poche settimane dopo la nascita grazie ai riflessi posturali di fissazione, di accomodazione, di conver-

genza, e allo sviluppo del riflesso di fusione [10]. Essa si completa attorno ai sei mesi, quando può essere ormai considerata pari a quella di una persona adulta [11].

L'indagine del senso stereoscopico, essendo una funzione raffinata e di alto livello, può evidenziare una binocularità inadeguata, che è opportuno approfondire in modo specifico e mirato tramite un esame visivo completo. A volte i test

FIGURA 4: BUTTERFLY STEREO ACUITY TEST CON LEA SYMBOLS

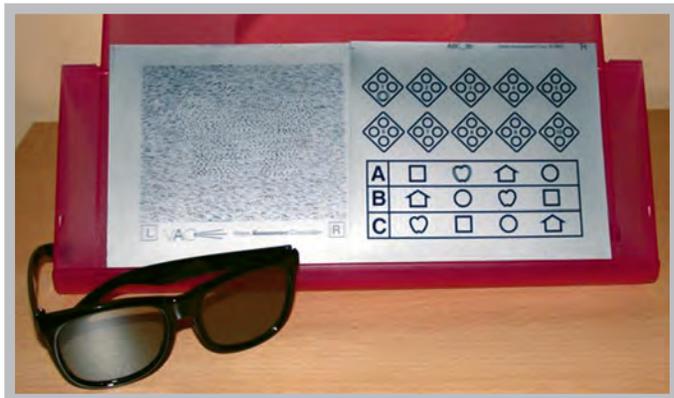


FIGURA 5: STEREOTEST TNO



della stereopsi evidenziano problemi di soppressione centrale in persone, spesso di giovane età, che non lamentano disturbi specifici; un attento approfondimento optometrico è però in grado di evidenziare i problemi visivi (forie elevate verticali e/o orizzontali, anisometropia, astigmatismo irregolare) che sono in grado di provocare un significativo abbassamento della stereoaacutezza e indurre anomalie della visione binoculare [2-6].

La stereopsi può essere suddivisa in due tipologie, che agiscono a livelli differenti: la stereopsi locale e la stereopsi globale.

La stereopsi locale è indotta da stimoli, o dettagli di stimoli, che presentano un grado variabile di disparità laterale, ovvero risultano spostati l'uno rispetto all'altro; è il tipo di stereopsi che si presenta normalmente nella visione binoculare dello spazio.

La stereopsi globale è invece indotta da stimoli privi di dettagli monoculari evidenti; si tratta di matrici di punti pseudo-casuali costruiti con una certa disparità laterale, ovvero spostati l'uno rispetto all'altro, che stimolano coppie di punti corrispondenti.

La stereopsi locale viene indotta mediante coppie di mire simili, con margini chiari, spostate orizzontalmente l'una rispetto all'altra e proposte in visione separata ai due occhi mediante stereoscopi oppure per mezzo di filtri polarizzanti o anaglifici. La stereopsi globale viene invece proposta mediante filtri polarizzanti o anaglifici (figura 4 e 5) e richiede una capacità più fine al soggetto esaminato [4]; fa infatti riferimento alla stimolazione dei soli punti retinici corrispondenti, senza che vi siano chiari punti

di riferimento figurati capaci di definire e rendere riconoscibili due immagini monoculari [12].

I soggetti che non presentano capacità stereoscopica possono comunque manifestare una parziale risposta positiva ai test della stereopsi locale, specie con stimoli a elevata stereoaacutezza, in quanto percepiscono (monocularmente) gli indizi di disparità. I test per la stereopsi globale non presentano invece indizi monoculari e possono essere superati correttamente soltanto dai soggetti con normale stereopsi [13].

La stereopsi locale e la stereopsi globale sono quindi due capacità percettive che sottostanno a meccanismi differenti. Si ipotizza che un campione di soggetti a cui vengono sottoposti due stereotest che, a 40 cm, investigano e quantificano la stereopsi globale e la stereopsi locale, evidenzino risultati diversi nelle due prove.

### Materiali e metodi

Alla valutazione della stereoaacutezza hanno partecipato un campione di 108 bambini di età compresa tra i 6 e i 14 anni di Ostiglia (MN) e un campione di 22 ragazzi di età compresa tra i 10 e i 13 anni di Cologno al Serio (BG), per un totale di 130 soggetti.

Il campione è stato raccolto durante uno screening scolastico. I responsabili della ricerca, d'accordo con il dirigente scolastico e le insegnanti, hanno scelto una classe per ogni età.

All'interno della classe hanno partecipato allo screening tutti i bambini i cui genitori hanno autorizzato la valutazione, la raccolta e l'utilizzo dei dati a scopo di ricerca.

Tutti i soggetti presi in esame dovevano presentare un'acutezza visiva binoculare da vicino, misurata a 40 cm con tavole ottotipiche "LEA Symbols" ad affollamento 100%, uguale o maggiore a 8/10.

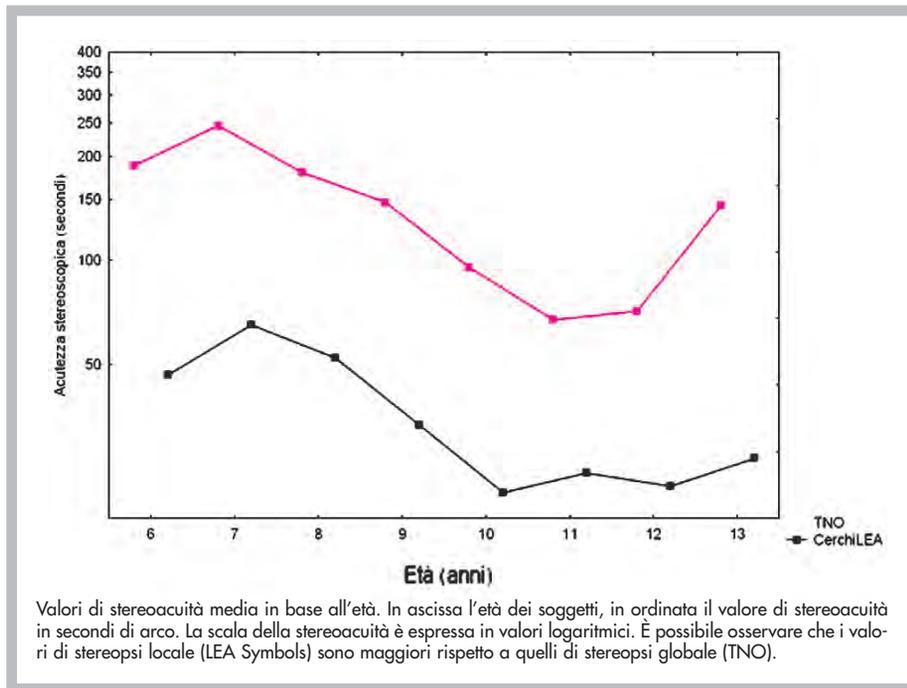
Per la rilevazione della stereopsi locale e globale sono stati utilizzati due test assai diffusi, il TNO (stereopsi globale) e il Butterfly Stereo Acuity Test con LEA Symbols (stereopsi locale).

Il Butterfly Stereo Acuity Test con LEA Symbols (VAC, Vision Assessment Corporation, P/N 1010) è un test, presentato nel 2007, che valuta la stereopsi mediante opportuni stimoli rappresentati su lastre polarizzate; è particolarmente indicato per i bambini in età prescolare, pur essendo utilizzabile anche successivamente. Il test è suddiviso in tre settori raffiguranti rispettivamente una farfalla, tre strisce orizzontali in ciascuna delle quali sono rappresentati quattro LEA Symbols, dieci figure geometriche a rombo ciascuna delle quali contiene quattro cerchi.

Le ali, le antenne e il corpo della farfalla, percepiti sollevati, evidenziano il senso del rilievo periferico; le tre strisce orizzontali con i quattro Lea Symbols (casa, cerchio, quadrato e mela), nelle quali un simbolo per ogni riga viene percepito sollevato, rappresentano il senso del rilievo paracentrale; le dieci figure romboidali, in ciascuna delle quali uno dei quattro cerchi viene percepito sollevato, rappresentano il senso del rilievo centrale (figura 4).

Il TNO test (Lameris Ootech BV Nieuwegein) è un test di rilevazione del senso stereoscopico, molto utilizzato soprattutto con i bambini. Viene eseguito in buona illuminazione, appoggiandolo

**FIGURA 6: RISULTATI SPERIMENTALI**



sul leggio a 40 cm; al bambino vengono presentate le varie tavole e, di volta in volta, si chiede quale figura o quali particolari appaiono in rilievo. Il test è suddiviso in cinque parti; vengono presentate tavole raffiguranti due farfalle nella prima parte, quattro cerchi nella seconda, alcune figure geometriche nella terza, tre cerchi nella quarta (dove il cerchio centrale appare più piccolo degli altri), la figura di un cerchio privo di un settore nella parte finale, nella quale il bambino deve indicare in quale zona si trova lo spicchio mancante.

È un test che l'Institute for Perception (Nederland) ha ideato per lo studio della condizione binoculare e la quantificazione dell'acuità stereoscopica nei bambini in età prescolare e scolare. Le tavole (strutturate come stereogrammi random-dot anaglifici) possono essere viste soltanto se entrambi gli occhi collaborano ed è presente visione stereoscopica. Sono costituite da puntini rossi e verdi random in cui una parte dell'immagine (rossa) è sovrapposta, con un certo grado di disparità laterale, all'altra metà stampata nel colore complementare (verde). Il test va eseguito indossando occhiali anaglifici con un filtro rosso e un filtro verde (figura 5).

I due test sono stati presentati ai sogget-

ti, insieme ad altri test, durante uno screening visivo scolastico e sportivo. Per la loro esecuzione è stato appositamente allestito un locale la cui illuminazione è stata regolata a 500 lux, come richiesto dal manuale delle procedure dei test stessi. I soggetti venivano fatti sedere in posizione corretta a un tavolo (evitando possibili riflessi dovuti all'illuminazione artificiale delle lampade o alla luce naturale proveniente da finestre), sul quale era stato collocato un leggio con un'inclinazione di circa 20°.

I due test, somministrati a una distanza di 40 cm, sono stati effettuati mantenendo lo stesso ordine: prima il Butterfly Stereo Acuity Test con LEA Symbols, successivamente il TNO test. I dati di stereocuità raccolti sono stati registrati in secondi di arco e opportunamente tabulati. La valutazione per entrambi i test nei bambini ha richiesto non più di 6-7 minuti. La collaborazione da parte dei soggetti esaminati è stata elevata, stimolata dalla curiosità per l'evidente differenza tra l'osservare le tavole del test senza e con l'occhialino. I test sono stati eseguiti da M.V.M. e da I.R., nel corso di una ricerca che è stata poi utilizzata per la loro tesi finale in Ottica e Optometria presso l'Università degli Studi di Milano; Bicocca.

Ai genitori dei bambini ai quali sono stati riscontrati valori ridotti di stereopsi è stata consigliata, mediante comunicazione alla famiglia, l'effettuazione di un'accurata visita specialistica finalizzata alla diagnosi e al trattamento di eventuali anomalie binoculari.

### Risultati

I risultati medi per ogni fascia di età sono presentati in figura 6. Per analizzare la relazione tra i due test sono state effettuate due tipologie di analisi. È stata effettuata una correlazione parziale (corretta per età) tra i risultati ai due test. Essa è risultata bassa ( $r=0,17$ ;  $p<0,01$ ), evidenziando quindi una scarsa relazione tra i risultati dei due test.

Per confrontare i valori di stereocuità è stato inoltre effettuato un t-test tra i risultati medi ai test, che mostra una significativa differenza nella stereocuità espressa nei due test ( $t_{(129)}=5,71$ ;  $p<0,0001$ ), con un risultato mediamente maggiore per la stereopsi locale (figura 6).

### Discussione

I test utilizzati si sono dimostrati sensibili e capaci di effettuare una quantificazione fine della stereopsi; raggiungono infatti i 20 secondi di arco per la stereopsi locale e i 15 secondi di arco per la stereopsi globale. È una valutazione più fine degli altri stereotest frequentemente utilizzati in ambito clinico (come il Lang Stereotest, che ha una sensibilità massima di 200 secondi di arco) e richiedono una buona collaborazione da parte del soggetto esaminato.

I dati raccolti hanno evidenziato valori stereoscopici significativamente differenti e una bassa correlazione tra i due test. Molti soggetti presentano una buona stereopsi locale, che però non è accompagnata da un'altrettanto raffinata stereopsi globale; altri soggetti presentano invece una buona stereopsi globale senza esibire un'accurata raffinata stereopsi locale.

Investigando l'abilità stereoscopica, è quindi opportuno eseguire sia un test per la stereopsi locale sia un test per la stereopsi globale. In questo modo si possono annullare i falsi risultati negativi e valutarla con maggior accuratezza, ampiezza e completezza. ♦

**Non conflitti di interesse da parte degli Autori.**

**Bibliografia**

- [1] Airaghi E, Altimani A. I muscoli dell'occhio e la funzionalità binoculare. Milano: Assopto, 1997.
- [2] Faini M. L'esame optometrico preliminare. Milano: Assopto, Acofis, 2003.
- [3] Griffin JR, Grisham JD. Binocular Anomalies: Diagnosis and Vision Therapy. Butterworth-Heinemann; 4 edition, 2002.
- [4] Rossetti A, Gheller P. Manuale di optometria e contattologia. Bologna: Zanichelli, 2ª ed., 2003.
- [5] Pocaterra R, Maffioletti S, Baggio L, Sartori S. Percezione visiva e sicurezza stradale, un protocollo di indagine per gli automobilisti italiani. Milano: Assopto, 2004.
- [6] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- [7] Grosvenor T. Primary care optometry. Boston: Butterworth Heinemann, 2002.
- [8] Manitto MP, Maffioletti S. Dagli occhi al cervello: il percorso della visione. In: Maffioletti S, Pregliasco R, Ruggeri L (a cura di). Il bambino e le abilità di lettura: il ruolo della visione. Milano: Franco Angeli, 2005.
- [9] Prudenzano S, Papagni A, Maffioletti S, Facchetti 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.
- [10] Ruggeri L, Ciriello M. Uno sguardo alla psicologia dello sviluppo. In: Maffioletti S, Pregliasco R, Ruggeri L (a cura di). Il bambino e le abilità di lettura: il ruolo della visione. Milano: Franco Angeli, 2005.
- [11] Salati R. Sviluppo della visione binoculare: metodiche sperimentali di studio. In: Polenghi F, Salati R (a cura di). Appunti di strabologia. Contributi alle giornate di studio anni 1999, 2000, 2001. Milano: Ghedimedia, 2003.
- [12] Julesz B. Foundations of Cyclopean Perception. Cambridge: MIT press, 2006.
- [13] Ruggeri L, Facchin A, Maffioletti S, et al. La standardizzazione italiana del protocollo visuo-cognitivo-motorio (PVCMT) in ambiente. Rivista Italiana di Optometria 2003;26-4.

**NO  
COMMENT**



**ECCO  
PERCHÉ  
SERVONO  
I GENITORI...**

