

Master in Neuropsicologia dello Sviluppo e in Psicopatologia dell'Apprendimento

***Centro Regionale per le Disabilità Linguistiche e Cognitive
in Età Evolutiva***

Az. Usl - Città di Bologna

L'attenzione nella Dislessia Evolutiva

di

Anna Conti

Giuseppe Gentile

Abs. Il legame tra Dislessia Evolutiva e componenti attentive, comune nella letteratura degli ultimi anni, è stato interpretato in modi diversi. Il presente studio si propone di indagare la natura delle prestazioni attentive in un gruppo di dislessici confrontandoli con un controllo di età equivalente nel Test of Everyday Attention (TEA; Zimmerman e Finn, 19.. ; taratura italiana: Pizzamiglio e al., 19..) Questo test, creato per pazienti con danno cerebrale, si compone di 12 sub test; ne sono stati selezionati 6 per misurare i vari aspetti dell'attenzione.

Le differenze significative sono risultate per il sub-test dell'attenzione divisa e per quello dello spostamento dell'attenzione

Questi dati sono stati interpretati in riferimento alla ricerca sul gradiente attentivo (Facoetti e Molteni, 2001) e alla teoria del Deficit di Automatizzazione (Nicolson e Fawcett, 1990).

Parole chiave: Dislessia Evolutiva, TEA, Attenzione spaziale, Attenzione Divisa.

La Dislessia Evolutiva (DE) viene diagnosticata in soggetti che hanno una abilità di lettura significativamente al di sotto della media attesa per l'età cronologica e nessuna causa apparente in termini di deprivazione, difficoltà emotiva, ritardo mentale e trauma neurologico. La procedura diagnostica prevede una performance inferiore alla seconda d.s. ad un test standardizzato per l'abilità di lettura (Cornoldi e gruppo MT, 1992); mentre la prestazione ad una scala di livello risulta essere in media (WISC-r). Spesso nel quadro clinico della DE si osserva una concomitanza del disturbo di lettura con altri Disturbi Specifici dell'Apprendimento (discalculia e disgrafia). In alcuni casi è presente anche una diagnosi di Disturbo di Attenzione-Iperattività (DDAI). Questa relazione è stata a lungo indagata nel passato.

Attualmente l'interesse sperimentale si è rivolto al ruolo della componente attentiva nel processo patologico di lettura escludendo, però, i casi di doppia diagnosi con DDAI (Donfranco e Noccioli 2000). Il presente studio si situa su questa linea.

INTERPRETAZIONI DELLA DE

La ricerca sperimentale sulla DE è stata interpretata mediante teorie diverse: a volte in conflitto tra di esse (come per il caso di una teoria fonologica rispetto a una teoria visiva); in altri casi alcune teorie definiscono la causa del disturbo di lettura in un meccanismo cognitivo trasversale come il processamento rapido o il processo di automatizzazione. Di seguito uno schema di queste diverse prospettive.

La *teoria fonologica* ha dominato lo studio della dislessia evolutiva. Nel passato, specie nella letteratura anglosassone, ha prodotto importanti prove a dimostrazione che la maggioranza dei dislessici ha abilità fonologiche ridotte le quali sono correlate con la difficoltà di lettura. Per questa ipotesi la manifesta difficoltà a tradurre le lettere scritte nei suoni che esse rappresentano dimostra la scarsa abilità fonologica. In questo modo la difficoltà di acquisire, memorizzare e richiamare la rappresentazione fonologica dei segni grafici comporta un rallentamento della lettura e la comparsa di errori specifici della confusione tra fonemi.

L'interpretazione fonologica evidenzia aspetti della sintomatologia dislessica direttamente osservabili ed è perciò largamente riconosciuta. Spesso trascura altri aspetti tipici che secondo i suoi critici potrebbero essere i determinanti di una interpretazione alternativa. Per molti anni è stato sottolineato un quadro di sviluppo caratteristico spesso comune nei bambini dislessici: acquisizione in ritardo di abilità motorie complesse, una dominanza laterale non ben definita, difficoltà nell'organizzazione temporale e spaziale.

Sebbene numerosi studi abbiano fornito l'evidenza di un deficit fonologico in molti studi si presentano casi di deficit visuo-percettivi. Gli errori tipici sono costituiti da sostituzioni, inversioni e omissioni che possono essere attribuiti a un disturbo nel processamento visivo dell'informazione.

Negli ultimi vent'anni si è assistito alla ripresa degli studi sulla natura percettiva del problema dislessico. Questa interpretazione, suffragata da numerosi studi, individua nel difetto della *via visiva Magnocellulare* (sistema transiente) la causa principale del disturbo.

In breve, la parte dorsale della via retino-genicolo-parietale prende origine dai neuroni magnocellulari della retina, i quali, a causa delle loro grandi dimensioni rispondono bene alle frequenze spaziali basse e temporali alte. Questa via, dunque, è specializzata nella rilevazione dei cambiamenti istantanei, nel movimento dello stimolo.

La sensibilità della componente magnocellulare nel processo visivo può essere testata usando uno stimolo che selettivamente la attiva. Luci a rapida intermittenza, bassa intensità luminosa, basso contrasto di target in movimento a bassa frequenza spaziale sono tutti stimoli specifici per la via magnocellulare.

Questi test psicofisici eseguiti in laboratorio evidenziano una differenza significativa tra dislessici e controlli (Tassinari e al. 1997; Stein e Walsh 1997; Stein e Talcott 1999; Ben-Yehudah e al. 2001). Quindi, la prestazione in questi test può essere usata per predire l'abilità di lettura.

Questa ipotesi è stata provata all'indagine post mortem di pazienti dislessici in cui si osservava una consistente riduzione del fascio magnocellulare (Galaburda e al., 1989).

In un recente contributo (Ben-Yehudah e al. 2001) si testava la sensibilità al contrasto del soggetto tra due stimoli in situazioni che prevedevano una presentazione sequenziale (intervallo di pochi sec. tra uno stimolo e l'altro) e spaziale (i due stimoli contemporaneamente). Ebbene solo nel caso di presentazioni sequenziali risultava una differenza significativa con il gruppo di controllo; la differenza aumentava al crescere della frequenza temporale (presentazione più veloce). Gli autori concludevano sottolineando l'accordo dei propri risultati con la teoria del difetto magnocellulare, al contempo evidenziavano che questi ultimi erano dovuti all'incapacità dei soggetti dislessici a trattenere e paragonare stimoli in memoria per brevi periodi di tempo.

Ma come si riflette questo difetto fisiologico nel processo di lettura?

Per Stein e Walsh (1997) la corteccia parietale posteriore, che riceve ampie connessioni dalla lamina magnocellulare del Nucleo Genicolato Laterale, presiede a tre importanti funzioni implicate nella lettura:

- movimento oculare,
- visione periferica
- attenzione visuo-spaziale.

Durante il movimento oculare la nostra percezione del mondo rimane stabile a causa della "soppressione saccadica" operata dal sistema magnocellulare che agendo sul sistema parvocellulare inibisce la fissazione precedente in modo

che questa non mascheri lo stimolo successivo. Ricerche sperimentali cercano di evidenziare come questo processo non avvenga nei dislessici evolutivi e si crei quella confusione di stimoli percettivi che spesso viene lamentata da tali soggetti (Stein e Walsh 1997; Stein e Talcott 1999). L'effetto magnocellulare di "soppressione saccadica" nel movimento oculare è stato messo in discussione da contributi successivi (Skottun, 2000; per una replica si veda Stein, Talcott e Walsh 2000).

Riguardo alla visione periferica si è proposta l'ipotesi che nell'emicampo visivo destro i dislessici non presentano il fenomeno di eccentricità del campo visivo per cui stimoli provenienti dalla periferia intervengono al pari di uno stimolo foveale sulla percezione finale (Facoetti e Molteni, 2001).

Una recente tecnica per esplorare l'ipotesi magnocellulare è la rilevazione del moto nell'Illusione di Ternus (Cestnik e Coltheart, 1999). Nel paradigma di Ternus si ipotizza che la percezione del moto si ottiene per mezzo del sistema magnocellulare il quale, inibendo quello parvocellulare, interpreta l'accensione successiva delle luci poste in fila come il movimento di un'unica luce. Cestnik e Coltheart (1999) nel proprio contributo sperimentale confrontano dislessici e controlli per misurare a quale frequenza si realizza l'illusione di movimento. Il gruppo dei dislessici dichiara di percepire meno illusioni di movimento a basse frequenze temporali. La differenza nella rilevazione del movimento è interpretata come una prova in accordo con la teoria del deficit magnocellulare. È interessante notare che il gruppo sperimentale di questo esperimento era stato selezionato in base a una maggiore difficoltà di lettura di 'non-parole' rispetto a 'parole'. Gli autori concludono mettendo in evidenza la relazione tra scarsa abilità di lettura di non-parole e difficoltà a rilevare il moto nell'Illusione di Ternus in modo da dimostrare la concordanza tra deficit fonologico e visivo nel campione dei dislessici.

Fin qui abbiamo trattato separatamente l'ipotesi fonologica e quella visiva in modo che nella ricerca sulla dislessia evolutiva si rispecchia la classica divisione neuropsicologica tra dislessia profonda e superficiale. Di seguito vedremo delle interpretazioni unitarie.

Recentemente è stata proposta un'interpretazione del disturbo dislessico che allarga le scoperte sul sistema magnocellulare all'indagine acustico-fonologica. Si ipotizza così un *deficit del processamento temporale rapido* dell'informazione sensoriale non solo nel sistema visivo ma anche in quello acustico. Discriminare tra fonemi richiede una analisi di frequenza estremamente precisa e si dimostra come nei dislessici la discriminazione di frequenze spazialmente vicine è peggiore rispetto ai controlli. Il deficit delle componenti sensoriali si ripercuote in processi trasversali come l'attenzione.

"I dislessici evolutivi hanno un deficit in entrambi i processi transienti uditivo e visivo che porta a ridurre l'abilità di focalizzare l'attenzione in questi domini cognitivi". (Stein e Walsh, 1997; p. 151)

Una prova neuro-anatomica di questa ipotesi viene da uno studio su pazienti adulti con una storia di dislessia evolutiva sottoposti ad un esame di RM mentre dovevano discriminare tra suoni uditi (Temple e al., 2000). I controlli, più accurati rispetto al gruppo sperimentale nella discriminazione di suoni, attivavano maggiormente la regione pre-frontale sinistra nel momento in cui erano sottoposti a stimolazione rapida. Una differenza di attivazione tra i due gruppi sperimentali si dimostrava anche nella regione del cervelletto che riceve stimolo dalle fasce magnocellulari. Questo dato può essere interpretato come una relazione tra l'ipotesi magnocellulare e una terza teoria che interpreta il disturbo dislessico in base a un deficit di automatizzazione (Nicolson e Fawcett, 1992):

"Molte prove suggeriscono che il deficit di processamento temporale magnocellulare non è confinato alla visione o all'udito ma esteso ad altri sistemi come quello motorio o vestibolare" (Stein e Walsh 1997; p.151).

La teoria del *deficit di automatizzazione* (Nicolson e Fawcett, 1990) prende spunto dall'osservazione che ai bambini dislessici spesso risulta difficile acquisire nuove abilità motorie. In questo studio longitudinale l'intento era di esaminare lo sviluppo con l'età delle abilità nei dislessici. Nella situazione di partenza, le differenze con la prestazione di controllo di età equivalente erano nell'abilità fonologiche, nella MBT, nella velocità motoria di reazione e di coordinazione. Se il confronto avveniva con controlli di uguale abilità di lettura solo la coordinazione motoria (compito di bilanciamento) rimaneva fortemente carente, mentre le altre prestazioni erano paragonabili. Inoltre, nel

tempo, tra queste abilità a svilupparsi più lentamente erano proprio l'abilità motoria e quella fonologica. Per questo motivo si decise di indagare l'abilità motoria e con risultati importanti. In un compito di reazione (reagire con un dito ad un suono, con un piede a una luce) la prestazione dei dislessici era simile ai controlli nella reazione semplice ma molto più lenta quando i due compiti venivano combinati in un unico compito di scelta di reazione. In un altro esperimento (Nicolson e Fawcett, 1990) i soggetti dislessici dimostravano una capacità di bilanciamento motorio simile ai controlli ma di molto inferiore se contemporaneamente dovevano seguire un altro compito come per esempio reagire ad uno stimolo.

Questi dati sperimentali vengono interpretati alla luce del Deficit dell'Automatizzazione che implica il ruolo del cervelletto che come è noto è il principale responsabile della coordinazione motoria.

In conclusione, secondo questi autori:

"It seems that the single-mechanism explanations of dyslexia which rely on a deficit in phonological, visual, motor, or temporal processing skill, are overly restrictive. There are deficits in all these facets of skill, and therefore the true cause of dyslexia must lie deeper in the brain" (Nicolson e Fawcett, 1993 ,p.14).

Interessante ai fini del nostro discorso sull'attenzione è il punto seguente: la teoria del deficit di automatizzazione assume che una deviazione dalla normale organizzazione neurale porta ad incrementare il 'rumore di fondo' del sistema cognitivo il quale dovrebbe portare al bisogno di risorse attentive maggiori per ottenere performance normali (cfr. Galaburda e al., 1989).

Prima di trattare nello specifico i contributi di ricerca che indagano la relazione tra diverse componenti attentive e DE ci si soffermerà sull'attenzione.

L'attenzione

La psicologia sperimentale ha individuato diverse componenti in quella funzione che genericamente definiamo attenzione:

1. attenzione focale e selettiva,
2. attenzione divisa,
3. attenzione sostenuta,
4. attenzione spaziale (Posner).

Analizzeremo brevemente ciascuno di questi fattori attentivi presi in considerazione nell'indagine sperimentale.

Per *attenzione selettiva* si intende sia la capacità a concentrare l'attenzione su una fonte contenente informazioni relativamente "deboli" in presenza di distrattori "forti", che l'abilità a contrastare la distrazione.

L'*attenzione divisa* si riferisce alla capacità di prestare attenzione a più compiti contemporaneamente (come nel caso di due stimoli presentati in due modalità differenti: visiva e acustica).

L'attenzione divisa è, sotto certi aspetti, l'immagine speculare dell'attenzione focale. In quest'ultima si chiede al soggetto di filtrare il più possibile l'informazione proveniente dalla sorgente non rilevante, mentre in quella divisa il compito richiede di elaborare contemporaneamente le informazioni provenienti da più sorgenti. Una possibile spiegazione della difficoltà di dividere l'attenzione può essere trovata nella nozione di "*risorse attentive*" secondo cui esiste una sorgente comune e limitata di capacità elaborative che un soggetto normale può intenzionalmente distribuire

Il legame tra Dislessia Evolutiva e componenti attentive, comune nella letteratura degli ultimi anni, è stato interpretato in
tra vari compiti, oppure concentrare su uno solo.

Per *attenzione sostenuta* si intende una attenzione protratta nel tempo. Questa dipende dal livello di attivazione (*arousal*) inteso come prontezza fisiologica a rispondere a stimoli ambientali o interni.

Alcune ricerche su soggetti normali hanno dimostrato che se la presentazione degli stimoli viene preceduta da un segnale di allerta, si innalza il livello di attivazione e si accelerano i tempi di reazione.

In compiti di *attenzione sostenuta* generalmente la prestazione del soggetto si deteriora con il passare del tempo per l'aumentare sia dei falsi allarmi (rilevamenti di un segnale inesistente) che delle omissioni (mancati rilevamenti in presenza del segnale). Il deterioramento può essere dovuto a due motivi:

1. ad una diminuita sensibilità del sistema sensoriale (nel senso che è necessaria una maggiore differenza di intensità tra segnale e rumore perché il primo venga rilevato);
2. ad un innalzamento della soglia critica di sensibilità che è il criterio adottato dal soggetto per percepire la presenza del segnale.

L'*attenzione spaziale* riguarda l'orientamento e/o lo spostamento della attenzione nello spazio. Posner si è occupato di questa problematica ed è riuscito a dimostrare i benefici nel rispondere ad un evento quando l'attenzione è focalizzata su di esso od i costi quando ne è distolta. Un modo per dimostrare sperimentalmente possibili modificazioni nell'efficienza della risposta è quello di fornire al soggetto, prima della comparsa dello stimolo, un segnale visivo come ad esempio una freccia orientata verso sinistra o destra, che lo informi sulla posizione spaziale dove lo stimolo comparirà. Il soggetto deve guardare un punto di fissazione e lo stimolo può comparire sia a sinistra che a destra di tale punto. La freccia orientata verso destra informa che lo stimolo ha un'alta probabilità di apparire a destra e non a sinistra, e viceversa quando la freccia è orientata verso sinistra. La situazione sperimentale, inoltre, prevede una condizione neutrale in cui lo stimolo ha uguale probabilità di apparire sia a sinistra che a destra.

I risultati di tale paradigma mostrano un *effetto di facilitazione o beneficio* nella situazione in cui lo stimolo appare nella posizione indicata dalla freccia, ed un *costo* quando appare nella posizione opposta. Il costo è maggiore di quello che il soggetto paga quando non gli viene data alcuna informazione sulla posizione spaziale in cui comparirà lo stimolo target.

Sono state individuate tre operazioni mentali ben distinte nell'orientamento della attenzione implicita:

1. il *disancoraggio* della attenzione dalla posizione iniziale;
2. il suo *movimento* verso la nuova posizione;
3. l'*ancoraggio* nella nuova posizione

In breve, quando segnale e stimolo target coincidono, il soggetto ha già portato l'attenzione nella nuova posizione e, quindi, l'unica operazione richiesta prima della risposta è l'ancoraggio. Al contrario, quando il segnale ha diretto l'attenzione sulla posizione opposta a quella in cui comparirà lo stimolo, dovranno essere compiute tutte e tre le operazioni prima della risposta. Infine nella situazione in cui non viene data nessuna informazione sulla direzione, solo due operazioni sono necessarie prima della risposta: movimento ed ancoraggio.

Il ruolo dell'attenzione nella ricerca sulla DE

Infine tratteremo il ruolo dell'attenzione nella ricerca sulla DE.

Per Vidyasagar e Pammer (1999) il ruolo del sistema magnocellulare nella difficoltà a leggere non è da rintracciare

Il legame tra Dislessia Evolutiva e componenti attentive, comune nella letteratura degli ultimi anni, è stato interpretato in

nella soppressione saccadica ma piuttosto nei meccanismi di attenzione selettiva connessi a questa componente anatomica. In un compito di ricerca visiva con target definito da due caratteristiche fisiche (colore e forma) la prestazione dei dislessici era significativamente inferiore rispetto ai controlli con un numero di distrattori elevato e in entrambe le condizioni di target assente e target presente. Questo dato è messo in relazione all'esaurirsi delle risorse attentive nei dislessici e non a un problema di semplice selezione visiva (Vidyasagar e Pammer, 1999). (Riprenderemo questo studio in seguito quando presenteremo i nostri dati riguardo al test di ricerca visiva).

Il gradiente attentivo spaziale in relazione alla dislessia evolutiva è stato studiato, in Italia, da Facchetti e Molteni (2001). Questi autori rilevano una differenza significativa tra i due emicampi visivi: una marcata inattenzione ("mini-neglect") nella porzione sinistra a cui corrisponde una sovra-distraibilità nel lato destro. Sempre a destra si rileva una distribuzione asimmetrica dell'attenzione in quanto la rilevazione dello stimolo durante l'esperimento non è proporzionale all'eccentricità dello stimolo. La causa di questo disordine selettivo dell'attenzione spaziale è da ricercarsi nel funzionamento del lobo parietale posteriore destro che come si sa è la principale afferenza del sistema magnocellulare.

L'attenzione sostenuta è stata studiata in un test di inibizione della risposta nel quale è richiesto di rispondere ad ogni stimolo tranne che al target (Moore e Andrade, 2000). L'analisi statistica di una prima somministrazione, evidenzia la prestazione peggiore dei dislessici rispetto al numero di errori ma con tempi di reazione lievemente minori. In una seconda somministrazione vengono cambiati gli stimoli target usati in precedenza: da lettere a scarabocchi. In questa seconda analisi non appaiono differenze tra i due gruppi. L'esperimento non viene interpretato in base a un problema nel sostenere l'attenzione ma piuttosto si suppone una difficoltà ad automatizzare il processo di riconoscimento di stimoli strutturati.

Al contrario i dati raccolti da Donfrancesco e Noccioli (2000) confrontando un gruppo di dislessici (rigorosamente senza DDAI) e uno di controllo in un test di attenzione sostenuta (il CP: Cornoldi e al., 1996) evidenziano un risultato statisticamente significativo. Questo viene interpretato alla luce di un legame tra deficit nell'attenzione sostenuta e disturbo di lettura

DISEGNO SPERIMENTALE

Dopo un'attenta indagine in letteratura relativa alla relazione tra dislessia evolutiva e componente attentiva si è proceduto a indagare tale relazione utilizzando la batteria di Test per l'Esame dell'Attenzione (TEA).

Questa batteria si compone di 12 sub-test di cui ne sono stati selezionati sei per il presente esperimento. Nello specifico i test considerati sono: Attenzione divisa, Esame del campo visivo Esplorazione visiva, Flessibilità di risposta, Movimenti oculari e Spostamento dell'attenzione. Il numero di soggetti che hanno partecipato all'esperimento varia per ogni sub test mentre l'età di riferimento è compresa tra 8,0 e 14,06 anni.

Il gruppo sperimentale presenta una Dislessia Evolutiva diagnosticata presso il Centro Regionale per le Disabilità Linguistiche e Cognitive della AUSL Città di Bologna. Tale diagnosi è documentata da una performance inferiore alla

Il legame tra Dislessia Evolutiva e componenti attentive, comune nella letteratura degli ultimi anni, è stato interpretato in

-2 d.s. al test standardizzato di Prove di Lettura MT (Cornoldi et al., 1992) con Q.I. totale in media. Tutti i soggetti con DE risultano esenti da patologie sensoriali, psichiatriche o neurologiche. In particolare viene escluso un Deficit di Disattenzione-Iperattività (DDAI) per mezzo dell'anamnesi di ogni caso.

Il gruppo di controllo si compone di soggetti scelti casualmente tra le classi di una scuola elementare e in un caso di prima media.

L'analisi statistica è stata effettuata mediante il T-test, considerando principalmente la differenza nei tempi di reazione nel gruppo sperimentale e in quello di controllo.

Esperimento 1: Attenzione Divisa

Soggetti

Hanno partecipato all'esperimento 14 soggetti di cui 7 appartenenti al gruppo sperimentale di età compresa tra 8,0 e 14,06 e 7 soggetti appartenenti a quello di controllo di età tra 13,06 e 8,05.

Il compito

Il test per l'attenzione divisa consiste in un compito tipico di dual-task in cui viene richiesto di considerare contemporaneamente due stimoli. La scelta dei compiti garantisce che non avvenga un'inferenza strutturale tra i canali di ricezione dell'informazione: un compito visivo (riconoscimento di un quadrato formato dalla disposizione di piccole croci) e un compito acustico (riconoscimento dell'irregolarità in una serie alternante di un tono alto e di uno basso).

Il numero delle somministrazioni è fissato a 100 stimoli visivi su 200 stimoli acustici.

Misure

Vengono considerati i tempi di reazione, il numero di risposte giuste e di errori (omissioni e false reazioni). Il test è preceduto da un pre-test in cui le reazioni non vengono registrate con lo scopo di far familiarizzare il soggetto con il tipo di compito.

Risultati

	N. Soggetti	Età Media	Media TR	d.s.
Gr. Sperimentale	6	10,07	952,58	147,09
Gr. Controllo	7	10,01	928,03	187,65

La differenza tra i tempi di reazione tra i due gruppi è di 24,55. Il T-test restituisce un valore di $p = 0,051$ (con $F = 3,924$). Questo valore risulta significativo per $p \leq 0,05$.

La media del numero di errori è 12 per il gruppo di dislessici e 14 per quello di controllo.

Esperimento 2: Esame del campo visivo

Soggetti

Hanno partecipato all'esperimento 25 soggetti di cui 16 appartenenti al gruppo sperimentale di età compresa tra 8,0 e 14,06 e 9 soggetti appartenenti a quello di controllo di età tra 13,06 e 8,05.

Il compito

Questo test è nato per valutare i disturbi di campo visivo (emianopsia, emianattenzione). Durante l'esame compaiono sullo schermo dei numeri che cambiano velocemente; il soggetto percepisce questi numeri come degli stimoli oscillanti che appaiono in una posizione casuale e ad intervalli che variano in modo casuale. Per il controllo della fissazione viene introdotto un secondo compito: il soggetto deve nominare delle lettere differenti che appaiono in una finestra posta al centro dello schermo. Il paziente deve rispondere premendo un tasto. Il tempo massimo di presentazione è di 3 secondi, dopo i quali lo stimolo viene classificato come non visto.

Misure

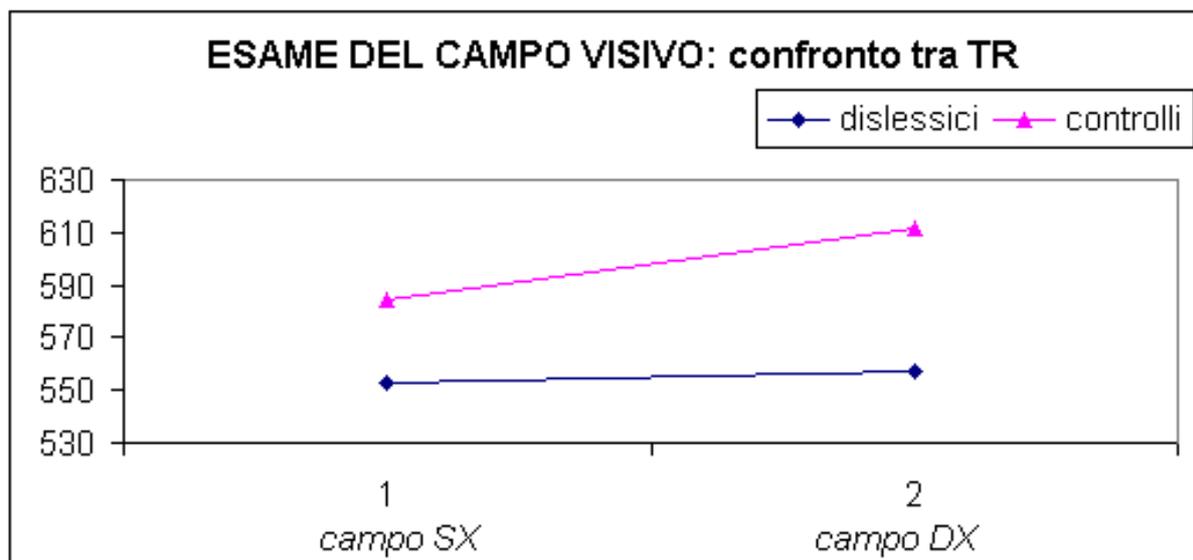
Vengono considerati i tempi di reazione agli stimoli corretti e il numero di stimoli mancati per quadrante di presentazione. Il test è preceduto da un pre-test in cui le reazioni non vengono registrate con lo scopo di far familiarizzare il soggetto con il tipo di compito.

Risultati

	N. Soggetti	Età Media	Media TR	d.s.
Gr. Sperimentale	16	10,9	560,95	137,16
Gr. Controllo	9	10,3	599,48	139,53

La differenza tra i tempi di reazione tra i due gruppi è di -38,52. Il T-test restituisce un valore di $p = 0,64$ (con $F = 0,209$). Questo valore non risulta significativo.

Nel grafico si evidenzia come i due gruppi hanno un andamento simile. I dislessici hanno una media dei TR migliore rispetto ai controlli.



Esperimento 3: Esplorazione visiva

Soggetti

Hanno partecipato all'esperimento 25 soggetti di cui 16 appartenenti al gruppo sperimentale di età compresa tra 8,0 e 14,06 e 9 soggetti appartenenti a quello di controllo di età compresa tra 13,06 e 8,05.

Il compito

Con questo test si esamina la capacità di esplorazione del campo visivo (visual scanning) che si presuppone condizionata dalla componente sostenuta dell'attenzione.

In questo compito si deve scoprire un segnale critico in una matrice di quadrati aperti da una parte ordinati su 5 righe e 5 colonne. Lo stimolo bersaglio è un quadrato aperto verso l'alto, che può essere contenuto o meno nella configurazione stimolo. Due tasti servono per rispondere 'SI' o 'NO'. Le istruzioni sono completate dicendo che la matrice si deve esplorare riga per riga da sinistra verso destra come "leggendo".

Misure

Il programma è prefissato per 100 somministrazioni stimolo (50 stimoli critici: 10 in ogni riga, 10 in ogni colonna). L'esame dei tempi di reazione alla comparsa dello stimolo critico permette di valutare se i soggetti abbiano esplorato la matrice in modo sistematico. Con una esplorazione della matrice riga per riga si dovrebbe dimostrare un aumento lineare del tempo medio di reazione per i segnali critici nelle righe.

Risultati

	N. Soggetti	Età Media	Media TR	d.s.
Gr. Sperimentale	16	10,9	5099,68	2486,90
Gr. Controllo	9	10,3	4681,91	1692,95

La differenza tra la media dei tempi di reazione dei due gruppi è di 417,77. Il T-test restituisce un valore di $p = 0,16$ (con $F=2,007$). Questo valore non risulta significativo.

Il gruppo dei dislessici impiega più tempo a esplorare il pattern e in conclusione riporta più errori (in media: 3 reazioni false e 1 reazione tardiva; mentre i controlli non fanno errori) nella condizione senza stimolo critico. Nella prova con stimolo critico il rapporto tra numero medio di errori tra i due gruppi è: 13 per il gruppo sperimentale e 9 per quello di controllo.

Esperimento 4: Flessibilità di risposta

Soggetti

Hanno partecipato all'esperimento 14 soggetti di cui 7 appartenenti al gruppo sperimentale di età compresa tra 8,0 e 14,06 e 7 soggetti appartenenti a quello di controllo di età tra 13,06 e 8,05.

Il compito

Nel presente subtest vengono presentati a destra e a sinistra del punto di fissazione due stimoli: una lettera e un numero. Il compito è quello di premere il tasto, di volta in volta, dal lato dove appare lo stimolo bersaglio alternando le due classi di stimolo (una volta la lettera e una il numero, e così via).

In questo modo si vuole misurare la capacità di cambiare il focus attentivo, una forma speciale o generale di flessibilità. La procedura del test porta sempre più ad automatizzare l'alternanza di un pulsante di un lato con quello dell'altro lato. Questo criterio deve essere spesso interrotto in modo da riportare il processo sotto il controllo volontario dell'attenzione, nel momento in cui lo stimolo targat compare dalla stessa parte del precedente.

Misure

Il programma è prefissato a 100 stimoli. Gli indici esaminati sono la media dei tempi di reazione e il numero di risposte corrette o sbagliate.

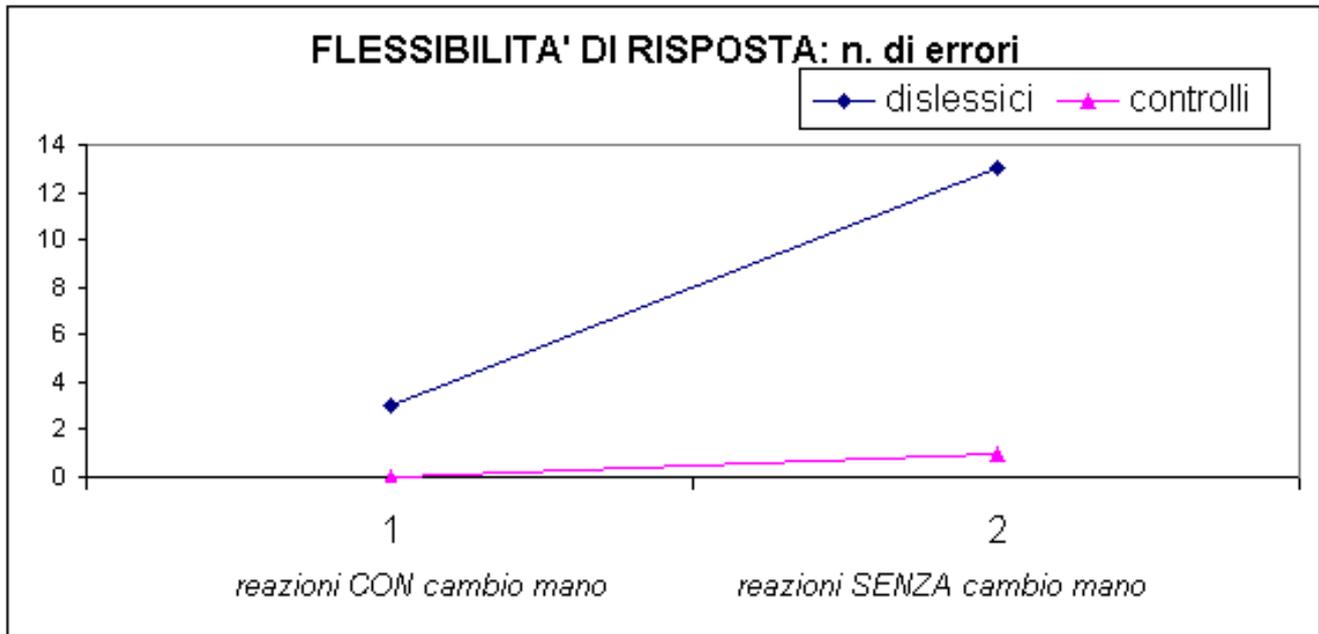
Risultati

	N. Soggetti	Età Media	Media TR	d.s.
Gr. Sperimentale	7	10,07	1104,26	283,91

Gr. Controllo	7	10,01	1076,73	227,73
---------------	---	-------	---------	--------

La differenza tra i tempi di reazione tra i due gruppi è di 27,52. Il T-test restituisce un valore di $p=0,051$ (con $F=3,924$). Questo valore non risulta significativo

Il numero di errori per il gruppo sperimentale, come è evidenziato nel grafico, aumenta nella condizione 'reazioni senza cambio di mano'.



Esperimento 5: Movimenti oculari

Soggetti

Hanno partecipato all'esperimento 25 soggetti di cui 16 appartenenti al gruppo sperimentale di età compresa tra 8,0 e 14,06 e 9 soggetti appartenenti a quello di controllo di età tra 13,06 e 8,05.

Il compito

Si tratta di misurare la latenza dei movimenti saccadici mediante tempi di reazione a stimoli selettivi. Sullo schermo compare un quadrato in differenti posizioni. Se compare un quadrato aperto in alto, bisogna premere un tasto il più velocemente possibile; se appare un quadrato chiuso, non bisogna rispondere. Gli stimoli sono costruiti in modo da essere differenziabili precisamente soltanto fissandoli. Sono possibili due possibili condizioni. Nella prima lo stimolo

da fissare sparisce poco prima della comparsa della nuova meta dello sguardo (condizione GAP); nella seconda condizione lo stimolo da fissare resta anche dopo la comparsa del nuovo stimolo (condizione OVERLAP). Nella condizione di overlap è necessario un complementare processo di “disengage” per togliere l’attenzione visiva dallo stimolo di fissazione.

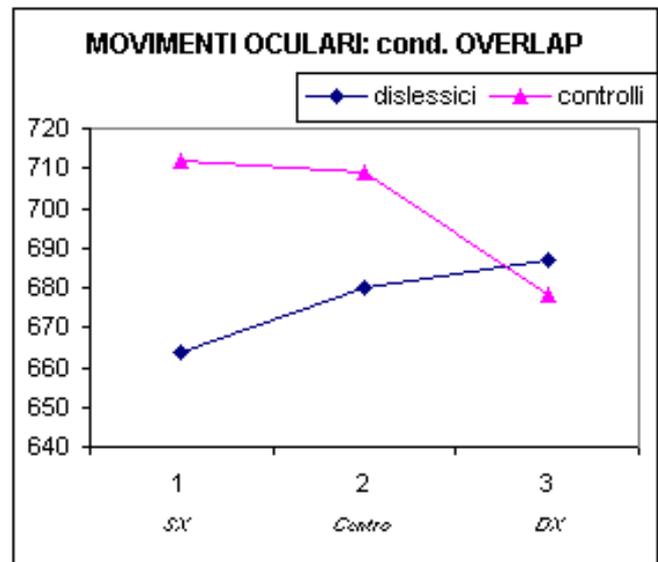
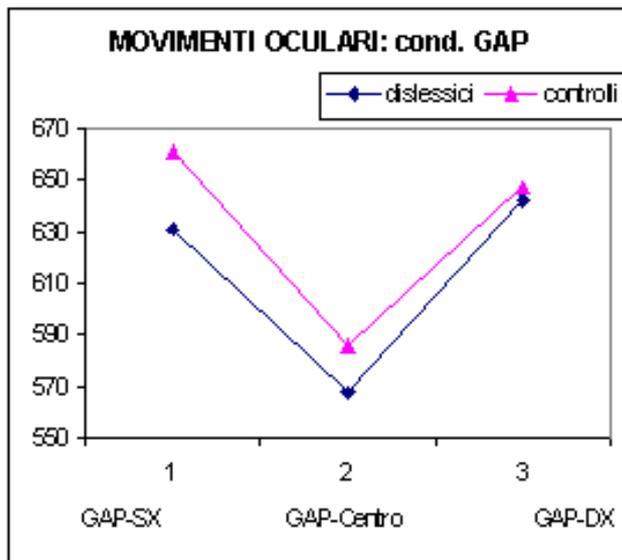
Misure

Il tempo della latenza saccadica viene valutato mediante la differenza dei tempi di reazione tra uno stimolo critico, presentato al centro, e uno stimolo critico presentato in periferia. Il programma è regolato per 110 somministrazioni (10 stimoli critici). La distribuzione tipica dei tempi di reazione in riferimento ai dati di un soggetto di controllo evidenzia una caratteristica forma a “V” in quanto gli stimoli centrali vengono individuati piuttosto velocemente rispetto agli stimoli periferici che presuppongono il movimento degli occhi.

Risultati

	N. Soggetti	Età Media	Media TR	d.s.
Gr. Sperimentale	16	10,07	628,40	128,61
Gr. Controllo	9	10,01	697,77	175,29

La differenza tra i tempi di reazione tra i due gruppi è di -69,36. Il T-test restituisce un valore di $p = 0,076$ (con $F = 3,200$). Questo valore non risulta significativo.



Dai grafici precedenti si può notare la differenza tra condizione GAP (singola presentazione di stimolo) e OVERLAP (presentazione di 2 stimoli contemporaneamente) confrontando i TR medi. Nella condizione GAP si osserva l’andamento tipico a ‘V’ a causa della facilitazione della presentazione centrale. Inoltre, nella presentazione a sinistra i dislessici fanno meglio dei controlli rispetto alla presentazione destra dove la prestazione è sovrapponibile. Il numero di errori per entrambi i gruppi è pari allo 0,2.

Nella condizione OVERLAP si osserva un andamento interessante: la presentazione a sinistra presenta una forte differenza a favore del gruppo sperimentale. Nella presentazione a destra, invece, la tendenza si inverte il gruppo di controllo migliora nettamente la propria prestazione media mentre per i dislessici vale il contrario.

Esperimento 6: Spostamento dell'attenzione (Poster)

Soggetti

Hanno partecipato all'esperimento 24 soggetti di cui 16 appartenenti al gruppo sperimentale di età compresa tra 8,0 e 14,06 e 8 soggetti appartenenti a quello di controllo di età tra 13,06 e 8,05.

Il compito

In quest'ultimo test si misura lo spostamento del focus dell'attenzione visiva senza movimento degli occhi. Il compito consiste nel rispondere più rapidamente possibile premendo il tasto all'apparire di uno stimolo semplice. Prima di questo stimolo critico viene presentato al centro dello schermo uno stimolo di preallarme, una freccia che è diretta con alta probabilità (80%) verso il lato dove apparirà lo stimolo critico; nel 20% dei casi la freccia è diretta verso il lato sbagliato. La differenza tra i tempi di reazione tra stimoli validi e non validi di avvertimento può essere considerata come il tempo necessario per lo spostamento non manifesto dell'attenzione.

Misure

Il programma è prefissato a 100 stimoli. Si misura la differenza ottenuta tra i tempi di reazione nel caso in cui il preallarme concorda con lo stimolo critico e nel caso contrario, nonché il numero delle anticipazioni e delle risposte ritardate.

Risultati

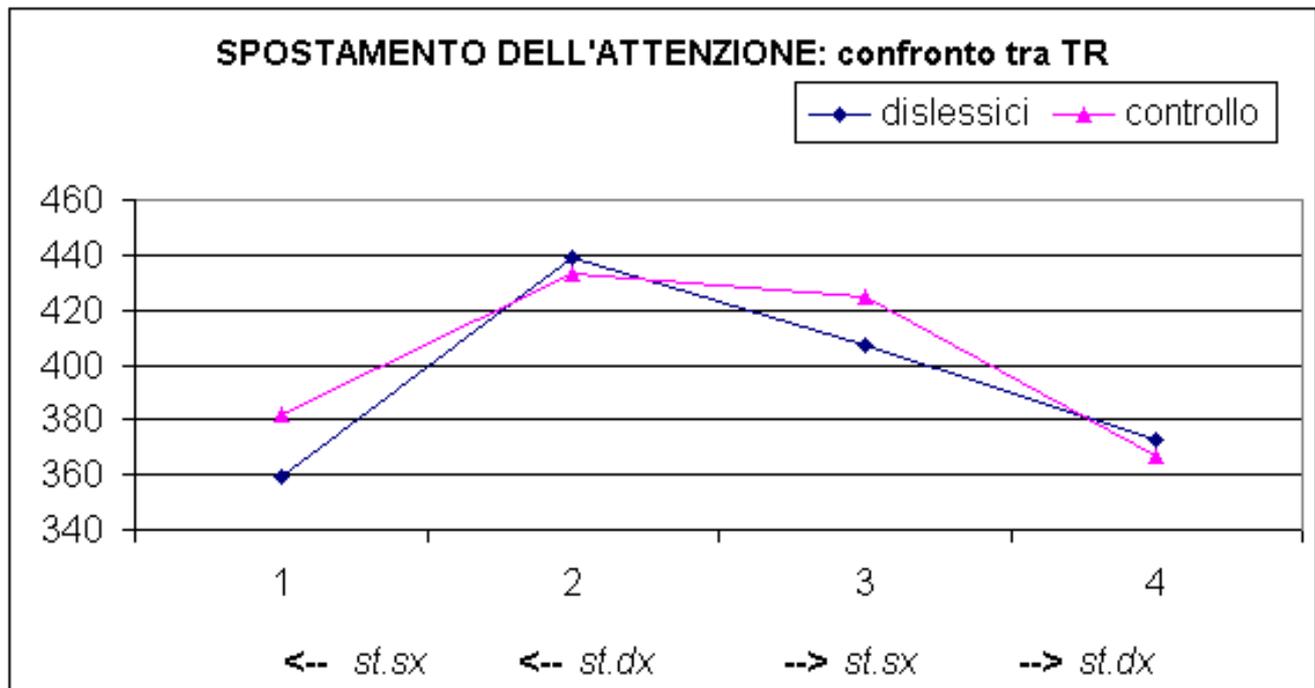
	N. Soggetti	Età Media	Media TR	d.s.
Gr. Sperimentale	16	10,07	396,53	124,27
Gr. Controllo	8	10,01	468,55	214,89

La differenza tra i tempi di reazione tra i due gruppi è di $-72,02$. Il T-test restituisce un valore di $p=0,01$ (con $F=5,835$). Questo valore risulta significativo per $p \leq 0.01$.

Il grafico mette a confronto la media dei TR in ognuna delle 4 condizioni, rispettivamente: con freccia di preallarme a sx e stimolo bersaglio a sx; con freccia a sx e stimolo a dx; con freccia a dx e stimolo a sx e, infine, freccia a dx e stimolo a dx. Nella prima e nell'ultima condizione vi è una concordanza tra pre-allarme e comparsa del bersaglio. Nella seconda e terza condizione, invece, il preallarme rende più difficile raggiungere il bersaglio.

La curva per il gruppo di controllo dimostra un tipico andamento a 'tetto' in cui i due estremi sono più bassi rispetto ai valori centrali. La prestazione dei dislessici, invece, evidenzia un andamento della curva irregolare il cui 'picco' è

nella situazione di freccia a sx e stimolo a dx. Confrontando i due gruppi si osserva come il gruppo sperimentale presenta risultati migliori dei controlli in entrambe le situazioni con stimolo critico a sx mentre nella presentazione a dx è vero il contrario. Anche se di poche misure i TR medi dei controlli sono più bassi. Si rimanda alle conclusioni per un maggiore approfondimento su questa situazione sperimentale.



Discussione

Con la somministrazione di tale batteria, ci siamo riproposti di indagare in quale delle differenti componenti attentive avremmo ottenuto risultati significativamente differenti tra il gruppo sperimentale e quello di controllo.

Sulla base dei dati ottenuti, si è provveduto ad analizzare e formulare ipotesi teoriche che potessero interpretare i risultati, specialmente quelli significativi.

Si osserva che i risultati sono molto particolari. In due dei test prescelti risulta una differenza significativa, e in uno di questi i tempi di reazione sono inferiori nel gruppo sperimentale.

In particolare, non sono risultati significativi i subtest relativi all'esplorazione visiva, all'esame del campo visivo, alla flessibilità di risposta e ai movimenti oculari. Da un'analisi qualitativa, di tali subtest è emerso che il numero di errori (costituito principalmente da anticipazioni, falsi riconoscimenti e omissioni) compiuto dai soggetti con dislessia evolutiva (gruppo sperimentale) risulta mediamente maggiore rispetto ai risultati ottenuti dai soggetti di controllo. Si evidenzia pertanto un minor grado di accuratezza nelle prestazioni del gruppo sperimentale.

Questo dato può essere interpretato sulla base della concomitanza di fattori emotivi e motivazionali.

Nel subtest relativo allo *Spostamento dell'Attenzione (Posner)* è risultata una differenza significativa tra le medie dei tempi di reazione di 72 msec. a favore del gruppo sperimentale. tra i due gruppi con un valore di $p=0,018$ ($F=5,835$) ottenuto con il T-test.

Riguardo agli errori il gruppo dei dislessici compie in media dagli 1 ai 4 errori in più rispetto al gruppo di controllo

Riferimenti bibliografici

Vidysagar, T.R. e Pammer, C. (1999). Impaired visual search in dyslexia relates to the role of the magnocellular pathway in attention. *Neuroreport*, vol. 10 n°6, 1283-1287.

Stein, J. e Walsh, V. (1997). To see but not to read: the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in NeuroScience*, vol.20 n°4, 147-152.

Stein, J. e Talcott, J.(1999). Impaired neuronal timing in developmental dyslexia: the magnocellular hypothesis. *Dyslexia*, vol.5, 59-77.

Stein, J., Talcott, J. e Walsh, V.(2000). Controversy about the visual magnocellular deficit in developmental dyslexics. *Trends in Cognitive Sciences*, vol.4 n°6, 209-211

Ben-Yehudah, G., Sackett, E., Malchi-Ginzberg, L. e Ahissar, M. (2001). Impaired temporal contrast sensitivity in dyslexics is specific to retain-and-compare paradigms., *Brain* 124, 1381-1395.

Cestnick, L. e Coltheart, M. (1999). The relationship between language-processing and visual-processing deficits in developmental dyslexia. *Cognition*, 71, 231-255.

Temple, E., Poldrack, R.A., Protopapas, A.e al. (2000). Disruption of the neural response to rapid acoustic stimuli in dyslexia: evidence from functional MRI. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol.97 n°25, 13907-13912.

Il legame tra Dislessia Evolutiva e componenti attentive, comune nella letteratura degli ultimi anni, è stato interpretato in

Nicolson, R.I. e Fawcett, A. (1993). Dyslexia and skill: theoretical studies, in Hales G. (ed.), *Dyslexia Matters*.

Nicolson, R.I. e Fawcett, A. (1990). Automaticity: a new framework for dyslexia research. *Cognition*, 30, 159-182.

Galaburda, A.M. (1989). *From reading to neurons*. Cambridge, MA: MIT Press.

Facoetti, A. e Molteni, M. (2001). The gradient of visual attention in developmental dyslexia. *Neuropsychologia* 39, 352-357.

Moore, E. e Andrade, J. (2000). Ability of dyslexic and control teenagers to sustain attention and inhibit responses. *European Journal of cognitive psychology*, vol.12 n°4, 520-540.

Tassinari, G., Vivian, F., Babighian, S., Biolcati, C., Boni, A. e Stella, G. (????). Un difetto della via visiva magnocellulare nella dislessia evolutiva? Indicazioni da uno studio psicofisico.

Donfrancesco, R. e Noccioli, N. (2000). Attenzione sostenuta e disturbo specifico dell'apprendimento. *Psichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza*, vol 67, n° 2-3, pp17-24.