



Sistema visivo e postura: influenze sulla dislessia evolutiva.
Systematic review*

Visual system and posture: influences on developmental dyslexia.
Systematic review

Manuela Valentini

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo – manuela.valentini@uniurb.it

Sara Felini

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo – s.felini@campus.uniurb.it

ABSTRACT

The great increase of diagnoses of developmental dyslexia has been the purpose of this review. Its goal is to evaluate scientific studies which research the influence of sight and posture on developmental dyslexia; considering its neurobiological bases, therefore focusing on the systems involved, such as cerebellar, somatosensory, vestibular, and visual system. Interest has been given to both components which are movement and sight, focusing on experiments realized in Primary School. Therefore, it can be useful also for Preschool teachers to mature more awareness about the importance of promoting motor activity, a correct posture and avoid visual tiredness during the didactics, in order to prevent learning disorders.

L'aumento esponenziale di diagnosi di dislessia evolutiva è stata la spinta motivazionale della presente review: valutare studi scientifici che indagano le influenze di vista e postura nella dislessia considerando le sue basi neurobiologiche, con focus sui sistemi coinvolti come quello cerebellare, somatosensoriale, vestibolare e visivo. L'interesse è stato conferito alla componente motoria e visiva, con ulteriore focus su sperimentazioni attuate nella Scuola Primaria. Ciò può essere utile anche ai docenti della Scuola dell'Infanzia per maturare maggiore consapevolezza dell'importanza, nell'azione didattica, di favorire l'attività motoria, una corretta postura ed evitare l'affaticamento visivo per prevenire disordini e disturbi dell'apprendimento.

KEYWORDS

Vision, Posture, Dyslexia, Primary school, Motor activity.

Visione, Postura, Dislessia, Scuola primaria, Attività motoria.

* **Attribuzioni:** Contributo equamente distribuito, Manuela Valentini: coordinatore scientifico; Sara Felini: ricerca bibliografica.

1. Introduzione

La dislessia è il disturbo specifico della lettura, di origine neurobiologica, che si caratterizza per la difficoltà di leggere in modo accurato e fluente in termini di velocità e correttezza (Lyon et al., 2003).

I tipici errori commessi dai dislessici (inversione, sovrapposizione, distorsione) possono essere causati da problematiche percettive, e le prime teorie sulle cause della dislessia avevano ipotizzato che le difficoltà della lettura fossero provocate da un deficit del sistema visivo, il quale gioca un ruolo determinante nell'acquisizione della decodifica del testo: un danno ad esso inficia tutte le fasi della lettura (Giovagnoli, 2009).

Fu Da Silva il primo a notare l'esistenza di una comorbilità tra dislessia e deficit posturali. Le sue ricerche, condotte con Da Cunha, hanno inoltre evidenziato un rapporto di relazione tra recettore oculare e dislessia. È stato accertato che l'alterazione dell'equilibrio oculare e posturale sia accompagnato da un difetto dell'informazione propriocettiva e visiva (Da Cunha, Da Silva 1986): se al cervello giungono informazioni errate, saranno tali anche le risposte e, di conseguenza, attività come lettura e scrittura, saranno disturbate.

1.1 Sistemi coinvolti nella dislessia

Alcuni sistemi specifici risultano coinvolti nello sviluppo del disturbo: sistema visivo, vestibolare, cerebellare e somatosensoriale.

Sono state effettuate diverse osservazioni riguardanti il sistema visivo nella dislessia e vari studi si sono concentrati sull'attenzione visuospatiale: molti bambini dislessici lottano con l'allocatione dell'attenzione rivolta a diversi oggetti in un campo visivo (Vidyasagar, Pammer, 2010). Per diventare abili lettori occorre riuscire a concentrarsi su singole parole all'interno di una pagina di testo, poi spostare lo sguardo per fissarsi sulla parola successiva nella riga. Questi cambiamenti nell'attenzione visuospatiale devono avvenire in modo rapido e accurato per supportare la lettura fluente.

Il sistema vestibolare è costituito da organi sensoriali situati nell'orecchio interno, strettamente collegati al cervelletto. Esso controlla l'orientamento del corpo nello spazio rispondendo alla gravità e al movimento, mantenendo il controllo visivo e posturale (Byl et al., 1989).

Il suggerimento di una connessione tra dislessia evolutiva e sistema vestibolare disfunzionale non è nuovo: molti dei sintomi ad essa associati, come stabilità posturale, equilibrio, orientamento spaziale e problemi con i movimenti oculari, potrebbero essere indicativi di un disturbo vestibolare. Levinson (1988) ha proposto a lungo una connessione tra la dislessia e il sistema cerebellare-vestibolare. Nel 1989, Byl e colleghi hanno riferito che un gruppo di ragazzi con difficoltà di lettura, attenzione e riflessi vestibolo-oculari anormali, è riuscito a migliorare in modo significativo l'accuratezza dell'elaborazione percettiva spaziale grazie a un programma di esercizi progettato per includere ampia stimolazione vestibolare.

La disfunzione cerebellare può avere un impatto sulla lettura in vari modi, dall'interruzione oculomotoria di base a menomazioni più complesse nell'elaborazione linguistica.

Recentemente, c'è stato un rinnovato interesse sul fatto che la dislessia coinvolga deficit nei processi sensoriali piuttosto che essere solamente un disturbo specifico del linguaggio (Farmer, Klein, 1995). Varie linee di evidenza indicano anomalie della divisione magnocellulare (M) del sistema visivo nei dislessici. Studi

psicofisici che dimostrano deficit visivi per stimoli di alta frequenza temporale o bassa frequenza spaziale, hanno suggerito che il sistema M è influenzato dalla dislessia (Lovegrove et al., 1986). Queste menomazioni visive si sono rivelate altamente concordanti con i deficit fonologici (Slaghuis et al., 1993).

Per spiegare le anomalie nei sistemi sensoriali multipli, si è pensato che il problema fondamentale nella dislessia potesse essere uno stimolo di elaborazione in rapida variazione nel tempo (Farmer, Klein, 1995).

Diverse linee di ricerca stanno tentando di stabilire le basi neurobiologiche della dislessia e nelle popolazioni con questa caratteristica si sono riscontrati deficit sensoriali e motori di basso livello; inoltre, i dati comportamentali e di imaging indicano una disfunzione cerebellare nella dislessia.

I numerosi sintomi osservati hanno portato, quindi, a sospettare un'origine cerebellare, in quanto i bambini dislessici mostrano sintomi come la compromissione della coordinazione motoria.

Sembra evidente come tutti i risultati emersi dai vari studi si trovino in linea con l'ipotesi che le scarse prestazioni posturali osservate in questi bambini potrebbero essere dovute ad un uso inadeguato degli input sensoriali e alla mancanza di integrazione cerebellare. In altre indagini anche l'alterazione del sistema visivo è stata suggerita come una potenziale causa del disturbo, ed è stato dimostrato che i movimenti oculari durante la lettura sono anormali nei dislessici (Lukasova, Silva, Macedo, 2016).

2. Metodo di ricerca

L'approfondita ricerca bibliografica è iniziata ad aprile 2021 e conclusa a giugno 2021. Una prima fase è stata condotta attraverso il database EBSCO grazie al quale sono state consultate diverse banche dati: Academic Search Database, British Library Document Supply Centre Inside Serials & Conference Proceedings, China Science & Technology Journal Database, Complementary Index Database, Directory of Open Access Journals, ERIC, Gale Literature Resource Center, Gale Academic OneFile, Scopus, PubMed.

2.1 Criteri di inclusione ed esclusione

I parametri su cui si è basata la ricerca sono stati: la visione e la postura con parole chiave "vision", "posture", "dyslexia"; il secondo parametro, riguardante l'educazione fisica e il movimento, con le parole "physical activity", "motor activity"; il terzo, concernente l'età target dei soggetti, con i termini "primary school", "elementary school", "preschool", per trovare sperimentazioni condotte solo in età scolastica. Si è scelto un arco temporale compreso tra il 2000 e il 2021 e selezionata l'opzione di soli studi sottoposti a revisione di esperti – così che fossero tutti attendibili – in lingua inglese.

Sono emersi fin dall'inizio diversi articoli riguardanti l'associazione tra visione e postura nella dislessia, i quali evidenziavano come le due variabili fossero strettamente correlate tra loro, prendendo in diversi casi spunto dall'ipotesi di un deficit cerebellare. Altri studi hanno esaminato l'utilizzo dei compiti visivi e oculomotori sulla postura nei bambini con questo disturbo.

Si è subito evidenziata la potenziale presenza di articoli riferiti a postura e visione nella dislessia sia negli adulti che nei bambini; per questo è poi iniziata una seconda fase in cui sono state usate le parole chiave "children" e "primary school".

Dopo l'esclusione di duplicati e risultati non pertinenti, sono stati presi in esame diciannove articoli. Di questi, cinque sono stati esclusi perché la popolazione di riferimento era costituita da soggetti maggiori di 12 anni.

Come ultimo step, dalla lettura approfondita di quelli già selezionati, si è risaliti ad altri due articoli citati dai primi e aggiunti poiché ritenuti validi ai fini della review.

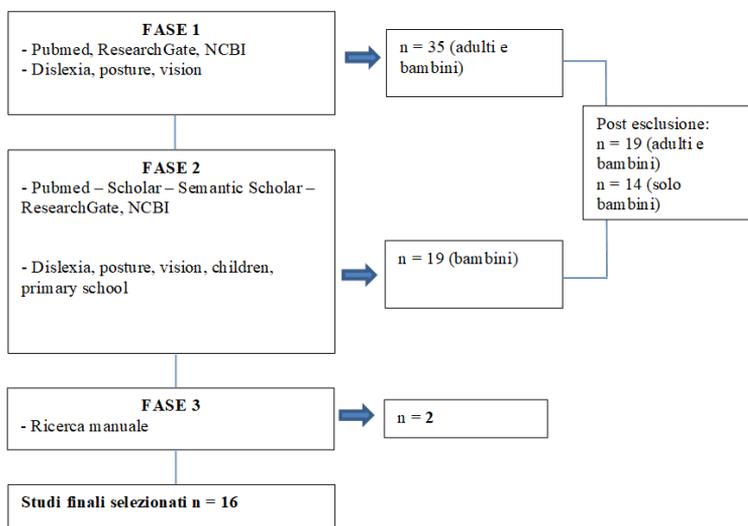


Figura 1 - Diagramma di flusso delle fasi di ricerca: fonte elaborazione propria

3. Risultati

Al termine della ricerca sono risultati validi sedici studi totali, il cui campione era costituito da 731 bambini, di cui 408 con dislessia ed i restanti come gruppo di controllo. Range di età: 7-12 anni, riguardanti la Scuola Primaria, ma includendo in qualche caso anche la Scuola Secondaria, poiché la dislessia viene diagnosticata ad un'età "avanzata". Tutte le ricerche selezionate sono Studi Clinici Controllati Randomizzati (Randomized Controlled Trial, RCT), ovvero studi sperimentali che permettono di valutare l'efficacia di un trattamento specifico in una popolazione determinata. Un particolare: la maggior parte sono state condotte in Francia.

Le caratteristiche di quanto analizzato, tra cui obiettivi, attività e risultati, sono evidenziate, in ordine cronologico, nella Tabella 1.

AUTORI, ANNO, TITOLO, MOTORE DI RICERCA	N° BAMBINI, ETÀ, SETTING, NAZIONE	OBIETTIVI E TIPOLOGIA DI RICERCA	ATTIVITÀ	RISULTATI	STRUMENTI
<i>Moe-Nilssen, Helbostad, Talcott, Toennesen, 2003 - Balance and gait in children with dyslexia</i> Pubmed	22 bambini con dislessia e 18 gruppo di controllo (età 10-13 anni) scuola primaria, Norvegia.	Studio RCT. Indagare se le misure su scala continua dell'equilibrio in piedi e dell'andatura potrebbero discriminare tra gruppi di lettori alterati e normali.	Test di deambulazione a quattro diverse velocità su una superficie piana e irregolare e test di oscillazione del corpo imper turbabile e perturbato durante la posizione eretta.	I test di deambulazione in scala continua eseguiti sul campo possono essere adatti per la valutazione delle capacità motorie come componente di uno strumento di screening per la dislessia evolutiva.	Accelerometro triassiale piezoresistivo sistemato sul dorso del soggetto mediante cinture di fissaggio, collegato ad un dispositivo registratore di dati, per misurare l'accelerazione del tronco.
<i>Stoodley et al., 2005 - Impaired balancing ability in dyslexic children</i> Pubmed	16 bambini dislessici e 19 di controllo (età 9-12 anni), di scuola primaria, frequentanti cliniche per difficoltà di lettura; alcuni provenivano da un programma di ricerca a lungo termine del Dipartimento di Psicologia, Università di Sheffield; UK.	Studio RCT. Stabilire le basi neurobiologiche della dislessia nelle popolazioni dislessiche in cui sono stati riscontrati deficit sensoriali e motori di basso livello.	Svolgere vari compiti cognitivi, di alfabetizzazione e di bilanciamento.	La disfunzione motoria di basso livello può essere associata a un alterato sviluppo dell'alfabetizzazione.	Materiale di lettura e spelling del British Abilities Scales II (BAS-II); test di intelligenza WISC-R (Wechsler Intelligence Scales for Children-Revised); test WORD (Wechsler Objective Reading Dimension); tutti per testare le abilità cognitive, verbali e non verbali, la memoria verbale a breve termine e l'alfabetizzazione; sistema di monitoraggio del movimento Polhemus, per il compito di bilanciamento, usato per tracciare il movimento del capo.

<p><i>Pozzo et al., 2006</i> – <i>Static postural control in children with developmental dyslexia</i> Pubmed</p>	<p>50 bambini con dislessia e 42 di controllo (età 10-13 anni); scuola primaria e scuola secondaria, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Comprendere meglio la potenziale associazione e relazione causale tra compromissione fonologica e posturale dovuta alla dislessia evolutiva.</p>	<p>È stata testata l'oscillazione del corpo durante una posizione eretta ad occhi aperti e chiusi su una piattaforma di forza.</p>	<p>I parametri posturali possono discriminare tra bambini con dislessia e gruppo di controllo di età equivalente.</p>	<p>Piattaforma di forza TechnoConcept® per misurare il centro di spostamento di pressione (CoP).</p>
<p><i>Vieira et al., 2009</i> - <i>Cognitive demands impair postural control in developmental dyslexia: A negative effect that can be compensated.</i> Pubmed</p>	<p>27 bambini dislessici e 12 di controllo (età 10-13 anni); scuola primaria e secondaria Francia.</p>	<p>Studio RCT. Indagare se il controllo posturale risulta compromesso nei bambini dislessici in relazione ad un aumento delle richieste cognitive.</p>	<p>Due condizioni: nella prima i bambini hanno mantenuto equilibrio fissando un punto davanti a loro; nella seconda il compito posturale è stato combinato con uno di lettura in silenzio.</p>	<p>Le richieste cognitive possono compromettere il controllo posturale nella dislessia evolutiva, ma questa interazione potrebbe essere normalizzata.</p>	<p>Piattaforma di forza TechnoConcept® per misurare il centro di spostamento di pressione (CoP).</p>
<p><i>Legrand et al., 2012</i> - <i>Effect of a Dual Task on Postural Control in Dyslexic Children</i> NCBI</p>	<p>18 bambini dislessici provenienti da un ospedale pediatrico e 18 di controllo (età 10-12 anni), scuola primaria e secondaria, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Indagine dell'effetto di un doppio compito sulla stabilità posturale nei bambini dislessici.</p>	<p>La stabilità posturale è stata registrata mentre il bambino effettuava saccadi riflesse orizzontali e verticali e leggeva un testo in silenzio. La performance di lettura è stata valutata contando il numero di parole lette durante le misure posturali.</p>	<p>L'instabilità posturale osservata nei bambini dislessici supporta l'ipotesi che essi abbiano una mancanza di integrazione di molteplici input sensoriali.</p>	<p>Piattaforma prodotta da TechnoConcept® costituita da due pedane dinamometriche, usate per misurare la stabilità posturale e il CoP.</p>

<p><i>Bucci, Gérard, Bui-Quoc, 2013 - The effect of a cognitive task on the postural control of dyslexic children</i> Pubmed</p>	<p>17 bambini con dislessia provenienti da un ospedale pediatrico e 13 di controllo (età 8-11 anni); scuola primaria, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Esplorare l'influenza di un compito cognitivo secondario sul controllo posturale simultaneo nei bambini dislessici.</p>	<p>Il controllo posturale è stato registrato mentre i bambini si fissavano su un bersaglio e nominavano oggetti semplici che comparivano consecutivamente sullo schermo di un computer.</p>	<p>Un compito secondario svolto durante un compito posturale porta ad una stabilità posturale alterata, probabilmente dovuta al focalizzare l'attenzione sul compito cognitivo.</p>	<p>Piattaforma prodotta da TechnoConcept® costituita da due pedane dinamometriche, usate per misurare la stabilità posturale e il CoP.</p>
<p><i>Bucci et al., 2014 - The influence of oculomotor tasks on postural control in dyslexic children</i> Pubmed</p>	<p>30 bambini dislessici provenienti da un ospedale pediatrico e 30 di controllo (età 7-10 anni), scuola primaria, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Esplorare l'effetto dei compiti visivi sul controllo posturale in bambini dislessici.</p>	<p>I movimenti oculari sono stati registrati da un sistema di video-oculografia e l'oscillazione posturale è stata registrata simultaneamente da una piattaforma di forza.</p>	<p>È stato osservato che l'esecuzione di saccadi riduceva significativamente i valori della postura rispetto ai compiti di fissazione e inseguimento.</p>	<p>Mobile Eye-brain Tracker (Mobile EBT®) per misurare i movimenti oculari; Piattaforma TechnoConcept® costituita da due pedane dinamometriche, usate per misurare la stabilità posturale e il CoP.</p>
<p><i>Razuk, Barela, 2014 - Dyslexic children suffer from less informative visual cues to control posture</i> Pubmed</p>	<p>18 bambini dislessici e 18 di controllo (età 10-12 anni); scuola primaria, Brasile. Test effettuato in laboratorio.</p>	<p>Studio RCT. Indagare gli effetti della manipolazione delle caratteristiche dello stimolo visivo sul controllo posturale nei bambini dislessici.</p>	<p>I bambini stavano in piedi all'interno di una stanza in movimento, il più fermi possibile, e guardavano un bersaglio in diverse condizioni di distanza tra il partecipante e una parete frontale della stanza in movimento.</p>	<p>I risultati indicano che le scarse prestazioni di controllo posturale nei bambini dislessici sono legate al modo in cui le informazioni sensoriali vengono acquisite dall'ambiente e utilizzate per produrre risposte posturali.</p>	<p>Stanza in movimento: un cubo di 2m x 2m x 2m, montato su quattro ruote posizionate su rotaie; il movimento, in avanti e indietro è controllato da più motori collegati a un software, per manipolare lo stimolo visivo e il controllo posturale; due emittenti a raggi infrarossi: OPTO-TRAK CERTUS, utilizzate per registrare le oscillazioni del corpo.</p>

<p>Goulème et al., 2014 - <i>Spatial and temporal analysis of postural control in dyslexic children</i> Pubmed</p>	<p>30 bambini dislessici provenienti da un ospedale pediatrico e 30 di controllo (età media 9-10 anni), scuola primaria, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Esaminare il controllo posturale dei bambini dislessici utilizzando sia l'analisi spaziale che temporale.</p>	<p>È stata valutata la stabilità posturale; la postura è stata registrata in 4 condizioni.</p>	<p>Scarsa stabilità posturale nei bambini dislessici rispetto al gruppo dei non dislessici, come dimostrato dall'analisi sia spaziale che temporale.</p>	<p>"Multitest Equilibre", conosciuta anche come "Balance Quest" di Framiral® con una piattaforma statica-dinamica (Micro-medical Technologies), per misurare performance posturali.</p>
<p>Goulème, Gérard, Bucci, 2015 - <i>The effect of training on postural control in dyslexic children</i> NCBI</p>	<p>32 bambini con dislessia (età 9 ± 0.3 anni) di scuola primaria, provenienti dall'ospedale pediatrico divisi in due gruppi: i membri del primo gruppo avevano ricevuto un training posturale, nessun training quelli del secondo, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Esplorare se un breve periodo di allenamento posturale potrebbe influenzare la stabilità posturale nei bambini con dislessia.</p>	<p>La postura è stata registrata in tre diverse condizioni di visione e in due diverse condizioni posturali.</p>	<p>L'allenamento posturale breve ha migliorato la stabilità posturale su superfici di appoggio instabili con visione perturbata.</p>	<p>"Multitest Equilibre", conosciuta anche come "Balance Quest" di Framiral® con una piattaforma statica-dinamica (Micro-medical Technologies), per misurare performance posturali e CoP; stimolazione optocinetica (OPTO) per perturbare la vista.</p>
<p>Goulème et al., 2017 - <i>Influence of both cutaneous input from the foot soles and visual information on the control of postural stability in dyslexic children</i> Pubmed</p>	<p>24 bambini dislessici e 24 di controllo (età 9-10 anni), scuola primaria, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Testare l'influenza delle piante dei piedi e delle informazioni visive sul controllo posturale dei bambini dislessici, rispetto ai non dislessici.</p>	<p>La stabilità posturale è stata valutata in due condizioni posturali.</p>	<p>I bambini dislessici non sono in grado di compensare con altri input disponibili quando gli input sensoriali sono meno informativi, il che si traduce in una scarsa stabilità posturale.</p>	<p>Piattaforma prodotta da TechnoConcept® costituita da due pedane dinamometriche, usate per misurare la stabilità posturale e il CoP.</p>

<p><i>Bucci et al., 2018 - Interactions between eye movements and posture in children with neurodevelopmental disorders</i> Pubmed</p>	<p>104 bambini età 9.5 ± 0.4 di scuola primaria divisi in 4 gruppi, il primo costituito da bambini con ADHD, il secondo da dislessici, il terzo da bambini con alto funzionamento, il quarto da soggetti con sviluppo tipico. I componenti dei gruppi 1, 2 e 3 provenivano dal dipartimento psichiatrico di bambini e adolescenti dell'ospedale "Robert Debré", Parigi, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Determinare se l'influenza delle condizioni posturali sulle prestazioni del movimento oculare su tre compiti visivi con elevato carico di attenzione sia diversa nei bambini con disturbi dello sviluppo neurologico rispetto a quelli con sviluppo tipico.</p>	<p>Tre attività visive sono state progettate ed eseguite in sessioni separate.</p>	<p>I bambini con disturbi del neurosviluppo hanno meno risorse attentive disponibili per svolgere correttamente compiti oculomotori con un elevato carico di attenzione; ciò porta a una compromissione di questi compiti per poter mantenere un buon livello di stabilità posturale.</p>	<p>Mobile Eye-brain Tracker (Mobile EBT®) per misurare i movimenti oculari; "Multitest Equilibre", conosciuta anche come "Balance Quest" di Framiral® con una piattaforma statica-dinamica (Micro-medical Technologies), per misurare performance posturali e CoP.</p>
<p><i>Razuk et al., 2018 - Eye movement and postural sway in dyslexic children during sitting and Standing</i> Pubmed</p>	<p>15 bambini dislessici provenienti dal reparto psichiatrico per bambini e adolescenti dell'ospedale "Robert Debré" di Parigi e 15 di controllo (età 9-11 anni), scuola primaria, scuola secondaria, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Indagare il movimento degli occhi e le prestazioni di controllo posturale nei bambini dislessici durante la lettura del testo e l'esecuzione della lettura di Landolt da seduti e in piedi.</p>	<p>Ai bambini è stato chiesto di sedersi su una sedia mentre venivano registrati i movimenti oculari, e poi di stare in piedi su una piattaforma instabile mentre i movimenti oculari e l'oscillazione posturale venivano registrati simultaneamente al momento della lettura di Landolt e della lettura del testo.</p>	<p>Quando i requisiti linguistici e semantici non sono coinvolti nel compito di lettura, i bambini dislessici si comportano in modo simile ai non dislessici. Tuttavia, le prestazioni di controllo posturale, che erano scarse nei bambini dislessici, non sono correlate ai requisiti di lettura lessicale e semantica.</p>	<p>"Multitest Equilibre", conosciuta anche come "Balance Quest" di Framiral® per misurare il CoP; Test di Landolt per misurare l'acutezza visiva; Mobile Eye-brain Tracker (Mobile EBT®, SuriCog) per misurare i movimenti oculari.</p>

<p><i>Goulème et al., 2019 - Impact of Somatosensory Input Deficiency on Subjective Visual Vertical Perception in Children With Reading Disorders</i> Pubmed</p>	<p>20 bambini con disturbi della lettura, provenienti dal reparto psichiatrico per bambini e adolescenti dell'ospedale "Robert Debrè" di Parigi e 20 di controllo (età 9-10 anni), scuola primaria, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Indagare se i cambiamenti nella percezione eretta, la verticale visiva soggettiva, fossero modulati da input somatosensoriali in un gruppo di bambini con disturbi della lettura.</p>	<p>Il compito è stato svolto in due condizioni distinte, cioè con o senza input somatosensoriali dal piede.</p>	<p>Le risposte nei bambini potrebbero essere correlate a un'immaturità per l'integrazione sensoriale eteromodale, compresi gli input somatosensoriali.</p>	<p>"Multitest Equilibre", conosciuta anche come "Balance Quest" di Framiral® con una piattaforma statica-dinamica (Micro-medical Technologies), per misurare performance posturali; proiettore laser per test visivo; Occhiali per restringere campo visivo ed evitare distrattori; gommapiuma Orthomic® per stimoli somatosensoriali.</p>
<p><i>Caldani et al., 2020 - Visual Attentional Training Improves Reading Capabilities in Children with Dyslexia: An Eye Tracker Study During a Reading Task</i> ResearchGate</p>	<p>Due gruppi di 25 bambini con dislessia provenienti dal reparto psichiatrico per bambini e adolescenti dell'ospedale "Robert Debrè" di Parigi (età 7-12 anni), scuola primaria e secondaria, Francia.</p>	<p>Studio RCT. Esplorare se un breve training di attenzione visiva potrebbe migliorare le capacità di lettura nei bambini con disturbi della lettura modificando le loro caratteristiche oculomotorie.</p>	<p>Compiti oculomotori (saccadi e movimenti di inseguimento) e compiti di ricerca (tre diversi esercizi).</p>	<p>Un breve allenamento dell'attenzione visiva potrebbe migliorare i meccanismi corticali responsabili dell'attenzione e delle capacità di lettura.</p>	<p>Display a 22 pollici LCD full hd per presentare il test di lettura; Metrisquare® Lebe Business Centers Sittard Nederland per la registrazione dei movimenti oculari nei compiti di ricerca; Mobile Eye-brain Tracker (Mobile EBT®, SuriCog) per misurare i movimenti oculari.</p>

<p><i>Barela et al., 2020</i> - <i>Visually guided eye movements reduce postural sway in dyslexic children</i> Pubmed</p>	<p>12 bambini con dislessia e 12 di controllo (età 10-11 anni), scuola primaria, Brasile. Test condotto in laboratorio.</p>	<p>Studio RCT. Esaminare l'uso del movimento oculare guidato e il suo schema nell'esecuzione del controllo posturale dei bambini dislessici, durante la posizione eretta e tranquilla.</p>	<p>Tutti i bambini sono stati istruiti a mantenere una posizione eretta e tranquilla per 60 secondi fissando un obiettivo o eseguendo movimenti oculari per seguire un obiettivo.</p>	<p>Gli schemi di movimento oculare non sembrano essere correlati a scarse prestazioni del controllo posturale nei bambini dislessici.</p>	<p>Eye Tracking Glasses ETG 2.0 (occhiali per il tracciamento oculare) per registrare il dislocamento oculare; IRED marker (Infra Red Emitting Diodes) apparecchio per la misurazione delle oscillazioni del corpo.</p>
---	---	--	---	---	---

Fonte: elaborazione propria

Tabella 1 - Studi selezionati relativi alla possibile influenza di vista e postura nella dislessia

Alcune di queste indagini hanno avuto l'obiettivo di valutare se la capacità motoria potesse costituire una variabile in grado di discriminare tra bambini con dislessia e non (Moe-Nilssen et al., 2003; Stoodley et al., 2005; Pozzo et al., 2006; Goulème et al., 2014; Razuk et al., 2018), altre si sono concentrate sull'impatto delle richieste cognitive in relazione alla postura (Vieira et al., 2009; Legrand et al., 2012; Bucci et al., 2013; Bucci et al., 2014). Quelle rimanenti hanno testato gli effetti della manipolazione dello stimolo visivo sul controllo posturale nella dislessia (Razuk, Barela, 2014; Barela et al., 2020), l'utilizzo di un training posturale (Goulème et al., 2015; Caldani et al., 2020), l'influenza delle piante dei piedi e delle informazioni visive sul controllo posturale (Goulème et al., 2017) e delle condizioni posturali sulla performance oculare (Bucci et al., 2018), ed infine se i cambiamenti nella percezione eretta, la verticale visiva soggettiva, fossero modulati da input somatosensoriali (Goulème et al., 2019).

4. Discussione

I risultati delle ricerche condotte mostrano la presenza di deficit a livello motorio nei bambini con dislessia; esiste una correlazione tra postura e visione, indagata da più studi al fine di verificare la presenza di una disfunzione cerebellare in tale disturbo. È un'evidenza importante per l'approccio all'apprendimento di questi alunni, che potrebbe evolversi positivamente attraverso l'uso della postura e dell'attività fisica per migliorare la loro performance. Lo studio di Stoodley e colleghi (2005) ha fatto svolgere a lettori normali e a bambini con dislessia vari compiti cognitivi, di alfabetizzazione e di bilanciamento: è stato chiesto di rimanere in equilibrio sul piede sinistro o destro, con gli occhi aperti o chiusi, per un periodo in cui i loro movimenti sono stati registrati con un sistema di motion tracking. Dai risultati è emerso che i dislessici erano meno stabili dei controlli in entrambe le condizioni ad occhi aperti. Gli autori hanno evidenziato la presenza di forti correlazioni tra i punteggi di lettura e ortografia e il punteggio medio di bilanciamento ad occhi aperti; pertanto, sebbene non tutti i soggetti con dislessia mostrino capacità di bilanciamento ridotte, la disfunzione motoria di basso livello può essere associata a uno sviluppo alterato dell'alfabetizzazione.

Lo studio di Vieira e colleghi (2009) ha inteso correlare capacità di lettura ritardate e deficit sensomotori nei dislessici. L'obiettivo era duplice: indagare se il loro controllo posturale fosse compromesso quando le richieste cognitive aumentavano; verificare se tale effetto potesse essere ridotto significativamente da un trattamento volto a ricalibrare la propriocezione oculare. I risultati hanno suggerito che le richieste cognitive possono compromettere il controllo posturale nella dislessia evolutiva, ma questa interazione potrebbe essere ridotta; ciò supporta dunque l'ipotesi di un'origine cerebellare del disturbo.

Anche lo studio di Goulème e colleghi (2015) ha esplorato se possa essere influenzata la stabilità posturale nei bambini dislessici attraverso un breve periodo di allenamento mirato. In conclusione, si è dimostrato che quest'ultimo migliora la stabilità su superfici di appoggio instabili con visione perturbata; ciò potrebbe essere dovuto alla plasticità cerebrale, che consente migliori prestazioni nel processo sensoriale e nell'integrazione cerebellare. Gli stessi autori nel 2017 hanno testato poi l'influenza delle piante dei piedi e delle informazioni visive sul controllo posturale dei dislessici, evidenziando come essi non siano in grado di compensare con altri input disponibili quando quelli sensoriali sono meno informativi, il che si traduce in una scarsa stabilità posturale. Hanno dunque ipotizzato che la compromissione dell'integrazione cerebellare di tutti gli input sensoriali sia responsabile dei deficit posturali osservati. Allo stesso modo, Caldani e colleghi (2020) hanno indagato se un breve training di attenzione visiva potesse incrementare le capacità di lettura nei bambini con dislessia modificando le loro caratteristiche oculomotorie. I risultati finali hanno riportato che un breve allenamento dell'attenzione visiva potrebbe migliorare i meccanismi corticali responsabili dell'attenzione e delle capacità di lettura.

In un altro studio, Razuk e colleghi (2018) hanno analizzato il movimento degli occhi e le prestazioni di controllo posturale nei dislessici durante la lettura del testo e l'esecuzione del test di Landolt da seduti e in piedi. Gli esiti hanno mostrato che essi trascorrevano più tempo a leggere il testo rispetto ai non dislessici, ed eseguivano fissazioni più lunghe in posizione seduta rispetto a quella in piedi. Le prestazioni posturali erano più scarse rispetto ai non dislessici in entrambi i compiti di lettura. Tuttavia, queste performance inferiori nei dislessici, non sono risultate correlate ai requisiti di lettura lessicale e semantica. In precedenza, gli stessi autori (2014) hanno analizzato gli effetti della manipolazione delle caratteristiche dello stimolo visivo sul controllo posturale nei dislessici, rivelando che questi oscillavano con maggiore ampiezza sia da fermi che in movimento concludendo che le loro deboli prestazioni di controllo posturale sono legate al modo in cui le informazioni sensoriali vengono acquisite dall'ambiente e utilizzate per produrre risposte posturali. Quando i segnali sensoriali sono meno informativi, si impiega più tempo per elaborare gli stimoli volti a ottenere informazioni precise, il che porta a un deterioramento delle prestazioni. Quest'ultimo è stato oggetto d'interesse anche di Gérard e Bi-Quoc (2013), i quali hanno esaminato l'influenza di un compito cognitivo secondario sul controllo posturale simultaneo nei dislessici, rispetto a un gruppo di controllo. È emerso come tale compito abbia ridotto la stabilità posturale solo nel primo gruppo e aumentato la percentuale di risposte sbagliate. L'instabilità posturale osservata supporta l'ipotesi che in essi vi sia un deficit di integrazione automatica delle informazioni visive e del controllo posturale; risultato in linea con il modello che mostra come un compito secondario svolto durante uno posturale, porti ad una compromissione della stabilità, probabilmente a causa del focalizzare l'attenzione su quello cognitivo.

Molti studi si sono concentrati sul fatto che un doppio compito influisca sulla stabilità posturale. Bucci e colleghi (2014) hanno esplorato l'effetto di compiti visivi

sul controllo posturale in trenta bambini dislessici; essi hanno mostrato intervalli di convergenza vicino alla fusione significativamente poveri rispetto ai non dislessici. Per quanto riguarda la qualità posturale, i primi erano più instabili dei secondi di pari età. La scarsa performance oculomotoria riportata dai dislessici ha suggerito un deficit nell'allocazione dell'attenzione visiva e la loro instabilità posturale è risultata in linea con la compromissione cerebellare precedentemente riferita. Un esito simile è stato riscontrato da Legrand e colleghi (2012) che hanno indagato l'effetto di un doppio compito sulla stabilità posturale nei dislessici e non. Questo studio suggerisce che l'attenzione richiesta dal compito di lettura potrebbe essere responsabile della perdita di controllo posturale in entrambi gli insiemi di bambini, e l'instabilità posturale osservata nei dislessici supporta l'ipotesi che essi abbiano una mancanza di integrazione di molteplici input sensoriali.

L'indagine di Pozzo e collaboratori (2006) ha voluto comprendere meglio la potenziale associazione e relazione causale tra compromissione fonologica e posturale dovuta alla dislessia evolutiva, testando l'oscillazione del corpo durante una posizione eretta ad occhi aperti e chiusi su una piattaforma di forza. I dislessici hanno mostrato in genere una più ampia instabilità, con una maggiore lunghezza, variabilità e frequenza media degli spostamenti con o senza visione, rispetto al campione di controllo, evidenziando come i parametri posturali possano discriminare tra bambini con dislessia e controlli di età equivalente. Infine, nel 2020 Barola e colleghi hanno esaminato l'uso del movimento oculare guidato e il suo modello nell'esecuzione del controllo posturale dei dislessici durante la posizione eretta e tranquilla. Essi oscillavano con un'ampiezza maggiore sia in condizioni di fissazione che guidate rispetto ai non dislessici; entrambi i gruppi hanno ridotto l'entità dell'oscillazione posturale in condizione guidata rispetto a quella di fissazione. Tutti sono stati in grado di modulare i movimenti oculari in base alle condizioni (fissazione e guida) senza che sia stata osservata alcuna differenza.

Dal momento che pochi avevano ricercato conferme scientifiche a riguardo prima di queste ricerche, esse risultano preziose e unanimemente ne avvalorano le potenzialità. In primis il focus su postura e visione è apparso particolarmente adatto all'indagine sulla dislessia, soprattutto grazie all'evidenza che un doppio compito porta ad una maggiore compromissione per i bambini con questa caratteristica. Saranno senza dubbio necessari ulteriori studi per esplorare gli effetti dei diversi tipi di training sull'ampiezza dell'attenzione visiva, dato il suo importante ruolo nell'orientare e focalizzare l'attenzione visuospatiale e nella performance oculomotoria nei dislessici.

5. Conclusioni

Da quanto emerso, si può affermare che i bambini con dislessia presentano deficit a livello motorio (Goulème et al., 2014); esiste correlazione tra postura e visione, dovuta probabilmente alla presenza di una disfunzione cerebellare nel disturbo. È risultato come i test di deambulazione possono essere adatti per la valutazione delle capacità motorie come strumento di screening per la dislessia evolutiva (Moe-Nilssen et al., 2003), in quanto la disfunzione motoria di basso livello può essere associata a un alterato sviluppo dell'alfabetizzazione (Stoodley et al., 2005), ed i parametri posturali possono servire da discriminante tra bambini con dislessia e controlli equivalenti. L'instabilità posturale osservata nei primi supporta l'ipotesi che presentino una mancanza di integrazione di molteplici input sensoriali (Legrand et al., 2012).

Anche le richieste cognitive possono compromettere il controllo posturale

nella dislessia, probabilmente per il focalizzare l'attenzione sul compito cognitivo (Bucci et al., 2013). Parimenti, le scarse prestazioni di controllo della postura nei dislessici sembrano essere legate al modo in cui le informazioni sensoriali vengono acquisite dall'ambiente e utilizzate per produrre risposte posturali (Razuk, Barela, 2014), che potrebbero essere correlate a un'immaturità per l'integrazione sensoriale eteromodale, compresi gli input somatosensoriali (Goulème et al., 2019).

Si è evidenziato come l'allenamento posturale breve migliori la stabilità su superfici di appoggio instabili con visione perturbata nei bambini con dislessia (Goulème et al., 2015) e come un veloce addestramento dell'attenzione visiva potrebbe migliorare i meccanismi corticali responsabili dell'attenzione e delle capacità di lettura.

Attualmente, sembra accettato il legame tra controllo del movimento oculare e attenzione: la scarsa performance oculomotoria riportata nei dislessici durante un doppio compito suggerisce, infatti, un deficit nell'allocazione dell'attenzione visiva e la loro instabilità posturale è in linea con la compromissione cerebellare precedentemente suggerita negli alunni con questo disturbo.

Tale deficit comprometterebbe la capacità di svolgere compiti non automatici. I dislessici possono integrare segnali provenienti da più fonti, ma non con la stessa precisione dei non dislessici e, quindi, produrre azioni motorie con maggiore variabilità. Tuttavia, se così fosse, sarebbe possibile ipotizzare che i primi trarrebbero vantaggio da protocolli di intervento per migliorare l'integrazione sensoriale.

Ad ogni modo sono necessarie ulteriori indagini per valutare gli effetti dell'esercizio fisico e del training visivo sulla dislessia. La difficoltà di reperire studi sull'argomento, suggerisce che questo ambito sia ancora considerato di "nicchia", soprattutto tenendo conto del numero sempre crescente di diagnosi di DSA.

Riferimenti bibliografici

- Barela, J.A., Tesima, N., Amaral, V.D.S., Figueiredo, G.A., Barela, A.M.F. (2020). Visually guided eye movements reduce postural sway in dyslexic children. *Neuroscience Letters*, 725, 134890.
- Bucci, M. P., Mélithe, D., Ajrezo, L., Bui-Quoc, E., & Gérard, C. L. (2014). The influence of oculomotor tasks on postural control in dyslexic children. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 981.
- Bucci, M.P., Gerard, C.L., Bui-Quoc, E. (2013). The effect of a cognitive task on the postural control of dyslexic children. *Research in developmental disabilities*, 34(11), 3727–35.
- Bucci, M.P., Goulème, N., Dehouck, D., Stordeur, C., Acquaviva, E., Septier, M., Lefebvre, A., Gerard, C.L., Peyre, H., Delorme, R. (2018). Interactions between eye movements and posture in children with neurodevelopmental disorders. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 71(1), 61-67.
- Byl, N. N., Byl, F. M., Rosenthal, J. H. (1989). Interaction of spatial perception, vestibular function, and exercise in young school age boys with learning disabilities. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 727–738.
- Caldani, S., Gerard, C.L., Peyre, H., Bucci, M.P. (2020). Visual attentional training improves reading capabilities in children with dyslexia: an eye tracker study during a reading task. *Brain sciences*, 10(8), 558.
- Da Cunha, H.M., Da Silva, O.A. (1986). Postural deficiency syndrome. Its importance in ophthalmology. *Journal francais d'ophtalmologie*, 9(11), 747-55.
- Farmer, M.E., Klein, R.M. (1995). The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia: a review. *Psychonomic bulletin & review*, 2(4), 460–493.
- Giovagnoli, S. (2009). Percezione Visiva e Dislessia Evolutiva, [Dissertation thesis], Alma Mater Studiorum Università di Bologna. Tesi di Dottorato di ricerca in Psicologia gene-

- rale e clinica, 21 Ciclo. DOI 10.6092/unibo/amsdottorato/1517.
- Goulème, N., Delorm, R., Villeneuve, P., Gérard, C.L., Peyre, H., Bucci, M.P. (2019). Impact of somatosensory input deficiency on subjective visual vertical perception in children with reading disorders. *Frontiers in neurology*, 10, 1044.
- Goulème, N., Gerard, C.L., Bucci, M.P. (2015). The effect of Training on Postural Control in Dyslexic Children. *Plos ONE*, 10(7), e0130196.
- Gouleme, N., Gerard, C.L., Bui-Quoc, E., Bucci, M.P. (2014). Spatial and temporal analysis of postural control in dyslexic children. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 126(7), 1370–1377.
- Goulème, N., Villeneuve, P., Gérard, C.L., Bucci, M.P. (2017). Influence of both cutaneous input from the foot soles and visual information on the control of postural stability in dyslexic children. *Gait & posture*, 56, 141–146.
- Legrand, A., Bui-Quoc, E., Doré-Mazars, K., Lemoine, C., Gérard, C. L., & Bucci, M. P. (2012). Effect of a dual task on postural control in dyslexic children. *PloS ONE*, 7(4), e35301.
- Levinson, H. (1988). The cerebellar-vestibular basis of learning disabilities in children, adolescents and adults: hypothesis and study. *Perceptual and motor skills*, 67(3), 983–1006.
- Lovegrove, W., Martin, F., Slaghuis, W. (1986). A theoretical and experimental case for a visual deficit in specific reading disability. *Cognitive Neuropsychology*, 3(2), 225–67.
- Lukasova, K., Silva, I.P., Macedo, E.C. (2016). Impaired oculomotor behaviour of children with developmental dyslexia in antisaccades and predictive saccades tasks. *Frontiers in psychology*, 7, 987.
- Lyon, G.R., Shaywitz, S.E, Shaywitz, B.A. (2003). A Definition of Dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 1-14.
- Moe-Nilssen, R., Helbostad, J.L, Talcott, J.B., Toennesen, F.E. (2003). Balance and gait in children with dyslexia. *Experimental brain research*, 150(2), 237–244.
- Pozzo, T., Vernet, P., Creuzot-Garcher, C., Robichon, F., Bron, A., Quercia, P. (2006). Static postural control in children with developmental dyslexia. *Neuroscience Letters*, 403(3), 211–215.
- Razuk, M., Barela J.A. (2014). Dyslexic children suffer from less informative visual cues to control posture. *Research in developmental disabilities*, 35(9) 1988-1944.
- Razuk, M., Barela, J.A., Peyre, H., Gerard, C.L., Bucci, M.P. (2018). Eye movement and postural sway in dyslexic children during sitting and standing. *Neuroscience Letters*, 686, 53-58.
- Slaghuis, W.L., Lovegrove, W.J., Davidson, J.A. (1993). Visual and language processing deficits are concurrent in dyslexia. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 29, 601-15.
- Stoodley, C. J., Fawcett, A. J., Nicolson, R. I., & Stein, J. F. (2005). Impaired balancing ability in dyslexic children. *Experimental brain research*, 167(3), 370–380.
- Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (2010). Dyslexia: a deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing. *Trends in cognitive sciences*, 14(2), 57–63.
- Vieira, S., Quercia, P., Michel, C., Pozzo, T., Bonnetblanc, F. (2009). Cognitive demands impair postural control in developmental dyslexia: a negative effect that can be compensated. *Neuroscience Letters*, 462(2), 125–129.