



Evoluzione del gesto scrittoria in bambini con Disturbo Evolutivo della Scrittura: confronto tra 25 casi preliminari ed un campione non patologico di 226 bambini di pari età

Silvia de Vincenzi¹, Matteo Chiappedi², Rossella Togni³, Elisabetta De Bernardi³,
Chiara Panizzari², Maurizio Bejor³, Umberto Balottin¹

¹S.C. di Neuropsichiatria Infantile, Fondazione IRCCS Casimiro Mondino, Pavia, ²U.O.C. di Riabilitazione Specialistica, Fondazione Don Carlo Gnocchi ONLUS, Salice Terme (PV), e ³Sezione di Medicina Fisica e Riabilitativa, Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Rianimatorie, Riabilitative e dei Trapianti d'Organo, Università degli Studi di Pavia, Pavia, Italia

Evoluzione del gesto scrittoria in bambini con Disturbo Evolutivo della Scrittura: confronto tra 25 casi preliminari ed un campione non patologico di 226 bambini di pari età

L'abilità di scrittura, considerata come l'esito di un processo di codifica di segni grafici arbitrari e convenzionali, è un'importante abilità cognitiva che richiede l'utilizzo e il controllo di diversi processi di elaborazione dell'informazione visiva e fonologica ed un'adeguata programmazione e coordinazione di sequenze motorie.

Nel presente studio proponiamo l'analisi delle componenti motorie di un gesto precursore della scrittura in bambini affetti da Disortografia e/o Disgrafia Evolutiva al fine di evidenziare eventuali anomalie suscettibili di interventi riabilitativi specifici. L'esercizio gestuale proposto consisteva nel controllare con un *mouse* senza fili il percorso di un *marker* all'interno di una figura geometrica (labirinto) generata sullo schermo di un computer e proiettata di fronte al bambino in modo da simulare il disegno su una lavagna scolastica.

Il test è stato somministrato ad un campione di 25 bambini affetti da Disortografia (ICD 9 CM: 315.09; ICD 10: F81.1) e/o Disgrafia Evolutiva (ICD 9 CM: 315.2; ICD 10: F81.8) (età media 9.1 anni, *range* 6.3-11.4 anni). Sono stati rilevati ed elaborati i dati inerenti ad escursioni angolari, ai tempi di esecuzione e alla precisione del gesto, grazie al *software* Dartfish 6.0 ed al programma generatore del labirinto (PRINC). L'analisi statistica è stata condotta mediante l'uso dei *software* MedCalc e SPSS.

Il confronto con i dati normativi precedentemente ottenuti da un campione di 226 bambini sani di pari età e classe scolastica non ha evidenziato differenze significative riguardanti la struttura del gesto (traiettorie dei segmenti di arto superiore ed aperture angolari delle articolazioni interessate). I dati indicano comunque che i pattern angolari e temporali di esecuzione vengono raggiunti in ritardo rispetto ai bambini del campione non patologico di pari età.

Le competenze cognitive (Matrici Progressive di Raven) e di integrazione visuo-motoria (VMI) non sono risultate correlate con i risultati ottenuti nel nostro test; il *deficit* dell'attenzione visiva (Test delle Campanelle Modificato) si associa invece con prestazioni motorie inferiori rispetto ai soggetti con normali competenze attentive.

In conclusione i dati ottenuti da questo studio evidenziano che la presenza di un Disturbo Evolutivo della Scrittura comporta un ritardo nel tempo di raggiungimento dei pattern motori del gesto pre-scrittoriale caratteristici della classe di età di appartenenza, più che un'alterazione nella struttura stessa del gesto, anche se non è stato possibile rilevare differenze significative tra i diversi sottotipi di tale Disturbo.

Evolution of writing gesture in children with Developmental Writing Disorder: comparison between 25 preliminary cases and a non pathological sample of 226 age-matched children

Writing ability, considered as the result of a coding process of arbitrary and conventional graphic signs, is an important cognitive ability that requires to use and control several processes of visual and fonological information processing and an adequate programming and coordination of motor sequences.

In the present study we propose the analysis of motor components of a writing precursor gesture in children with Developmental Dysorthography and/or Developmental Dysgraphia in order to point out anomalies to be treated with specific rehabilitative interventions. The gestural exercise proposed consisted in controlling with a wireless mouse the path of a marker inside a geometrical figure (labyrinth) generated on a computer screen and projected in front of the child in a way to simulate drawing on a school blackboard.

We administered the test to a sample of 25 children affected by Developmental Dysorthography (ICD 9 CM: 315.09; ICD 10: F81.1) and/or Evolutive Dysgraphia (ICD 9 CM: 315.2; ICD 10: F81.8) (mean age 9.1 years, range: 6.3-11.4 years). Data regarding angular excursions, execution times and gesture accuracy were collected and elaborated using Dartfish 6.0 software and the labyrinth generating program (PRINC). Statistical analysis has been performed using MedCalc and SPSS softwares.

The comparison with normative data previously obtained from a sample of 226 healthy children of the same age and grade didn't evidence significant differences regarding gesture structure (trajectories of arm segments and angular excursions of interested joints). Data show however that angular and temporal execution patterns are reached in delay compared to children of the non-pathological age-matched sample.

Cognitive (Raven Progressive Matrixes) and visuo-motor integration (VMI) skills didn't correlate with results obtained in our test; a deficit of visual attention (Modified Bell Cancellation Test) was instead associated with motor performances lower than subjects with normal attentive skills.

In conclusion data obtained from this study evidence that the presence of a Developmental Writing Disorder involves a time delay in reaching motor patterns of pre-writing gesture characteristic of the age group they belong, more than an alteration of gesture structure itself, even if it was not possible to detect significant differences between different subtypes of these Disorder.

Introduzione

La scrittura è un'abilità significativa per la vita umana; può essere definita come un processo di codifica del linguaggio parlato attraverso l'uso di segni grafici arbitrari e convenzionali [1]. La sua esecuzione richiede la messa in atto di un'adeguata programmazione dell'esecuzione e della coordinazione di sequenze motorie, oltre che l'utilizzo e il controllo di diversi processi di elaborazione dell'informazione visiva e fonologica. Il processo di apprendimento della scrittura è infatti un'attività complessa costituita sia da un atto motorio, sia da una funzione cognitiva superiore (psicolinguistica ed esecutiva), che interagiscono costantemente tra loro [2-3]. Tale abilità comporta un *iter* di apprendimento piuttosto lungo che pone le sue basi già durante i meccanismi del gioco e continua nella fase di pre-scrittura [4-5]; ogni tappa del processo di apprendimento della scrittura prevede l'acquisizione da parte del bambino di abilità cognitive e competenze grafo-motorie via via più sofisticate [6]. In particolare viene descritto un rapido incremento della qualità tra i sei e i sette anni, seguito da ulteriori piccoli miglioramenti dai nove anni in poi: in questo modo il processo di scrittura inizia a divenire uno strumento automatico ed organizzato di espressione del pensiero [7].

Scrivere è in primo luogo saper tracciare segni grafici più o meno complessi; quindi, oltre ad una abilità manuale in senso stretto, occorre capacità di coordinazione per poter eseguire segni precisi e rapidi. Le abilità di coordinazione motoria fine, implicate nel processo di scrittura, presuppongono un'abilità sequenziale che si sviluppa nel bambino tra i 3 e i 5-6 anni. Inizialmente prevale un movimento del braccio a livello dell'articolazione della spalla, senza l'appoggio del gomito sul piano, con un andamento spesso rotatorio della traccia grafica che frequentemente esce dai margini del foglio [8]. Con l'evoluzione del processo di scrittura la traiettoria del gomito passa dallo spostamento a zig-zag dei 5-7 anni, alla traiettoria quasi rettilinea dei 9-11 anni, per poi consolidarsi in unico punto di appoggio, attraverso la rotazione dell'avambraccio attorno al gomito stesso. In questo modo vengono favoriti i movimenti dell'avambraccio, consentendo di staccare più facilmente la matita dal foglio e migliorando la possibilità di diversificare le linee tracciate. Questo tipo di movimento diviene sempre più continuo grazie alla maggiore rotazione della mano attorno al polso, che sostituisce il gomito come punto fisso. Con il termine Disgrafia Evolutiva ci si riferisce ad una specifica difficoltà nella realizzazione manuale dei grafemi e quindi del grafismo, con il riscontro di parametri di valutazione della fluenza di tracciamento al di sotto di 2 deviazioni standard rispetto ai valori attesi per l'età o la classe frequentata. La Disortografia Evolutiva viene invece definita come uno specifico disturbo della correttezza della scrittura, con una prestazione in tale ambito che si colloca al di sotto del 5° centile per classe frequentata [9]. Per l'individuazione di tali disturbi è necessario somministrare prove standardizzate. Al fine di diagnosticare un disturbo della scrittura uno dei segni clinici più sensibili è l'impossibilità di rilassamento volontario del muscolo, che interferisce con la scioltezza e la fluidità dei movimenti [10]; infatti una contrazione prolungata dei muscoli può portare alla scrittura lenta, tipica dei soggetti disgrafici [1]. Studi recenti hanno dimostrato che soggetti con disturbo della scrittura presentano un *deficit* della motricità fine e *performance* motorie peggiori rispetto ai soggetti sani [11]. L'analisi del gesto precursore della scrittura quindi può risultare particolarmente efficace nell'ottica di una diagnosi precoce e di un intervento riabilitativo più mirato, che prenda in considerazione le difficoltà specifiche del soggetto.

Scopo del lavoro

L'obiettivo di questo lavoro è l'analisi qualitativa del gesto pre-scrittoria in un campione di bambini affetti da Disturbo Specifico di Apprendimento, al fine di evidenziarne differenze significative rispetto ad un gruppo di controllo della stessa età e classe scolastica frequentata. A tale scopo è stato analizzato un campione di bambini con diagnosi di Disgrafia e/o Disortografia Evolutive al quale è stato richiesto di eseguire un gesto semplice e ripetibile.

Sono stati ottenuti valori dell'escursione articolare di spalla, gomito e polso, una valutazione della accuratezza del movimento (errori compiuti) e i tempi di esecuzione; questi parametri sono stati in seguito confrontati con una popolazione di riferimento non patologica al fine di riscontrare eventuali differenze statisticamente significative.

Questo lavoro si inserisce nel processo di produzione e standardizzazione di uno strumento di facile trasportabilità che possa essere impiegato sia per implementare la fase diagnostica, sia per migliorare le capacità discriminative sull'esito degli interventi riabilitativi.

Materiali e metodi

Per questo studio è stata utilizzata una metodica messa a punto presso il Centro Medico Santa Maria alle Fonti di Salice Terme, Fondazione Don Carlo Gnocchi ONLUS. Tale metodica, dopo la comunicazione dei risultati preliminari [12], è stata ulteriormente sviluppata dagli autori, in particolare realizzando un *kit* operativo di buona trasportabilità che ha permesso di ottenere dati normativi attraverso un'esperienza su oltre 200 bambini dell'Istituto Comprensivo di Rivanazzano Terme [13].

È stato reclutato un gruppo di 25 bambini affetti da Disturbo Specifico di Apprendimento classificabile come Disortografia e/o Disgrafia Evolutive di età compresa tra i 6, 3 e gli 11,4 anni (media 9,1 anni) frequentanti le scuole elementari di Pavia, Rivanazzano Terme, Salice Terme, Retorbido e Godiasco.

I criteri di esclusione dallo studio sono stati la presenza di anomalie a livello dell'arto superiore (inclusi eventi traumatici recenti, se di entità tale da poter condizionare la modalità di esecuzione del gesto) e l'assenza del consenso informato firmato dal genitore o dal tutore legale.

I pazienti sono stati valutati presso il Centro Medico Santa Maria alle Fonti di Salice Terme (Fondazione Don Carlo Gnocchi ONLUS) e presso la Struttura Complessa di Neuropsichiatria Infantile della Fondazione IRCCS Mondino di Pavia.

Genitori e insegnanti sono stati informati in modo esaustivo circa le modalità e gli scopi della ricerca e i primi hanno firmato il consenso scritto informato relativo ai propri figli.

I bambini sono stati sottoposti a due test preliminari per valutare lo sviluppo neurocognitivo: le Matrici Progressive di Raven (forma colorata, CPM) [14] e il *Visual-Motor Integration Test* (VMI) [15], nonché a valutazione delle competenze di attenzione visiva (mediante il Test delle Campanelle Modificato [16]).

Per l'esecuzione della valutazione del gesto precursore della scrittura, è stata seguita la medesima procedura già utilizzata per la definizione dei dati normativi [13]. In sintesi, ogni bambino è stato collocato in posizione seduta su uno sgabello ad altezza regolabile situato dietro un tavolo, sul quale è stato posizionato un *mouse wireless*. Posteriormente si trovavano un proiettore e una fotocamera. Le riprese sono state effettuate dall'alto con la fotocamera posta a 2 metri di altezza e un'inclinazione di 120°, che corrisponde grossolanamente all'inclinazione dell'omero rispetto al piano del tavolo.

La prova consisteva nello far scorrere un cursore all'interno di un labirinto, muovendo il *mouse* sul piano del tavolo. Veniva considerata conclusa nel momento in cui il cursore usciva dal labirinto. Due sono state le richieste poste ai bambini: eseguire la prova il più velocemente possibile cercando di non fare errori (si commette un errore se il cursore tocca la parete del labirinto), dando quindi la precedenza alla velocità di esecuzione, e eseguirla cercando di non commettere errori, alla massima velocità possibile, dando quindi maggior importanza all'accuratezza dell'esecuzione. Le due strategie sono state chiamate rispettivamente *FASTER* ed *ERROR*. Come intermezzo tra le due prove, al fine di minimizzare il rischio di un apprendimento, è stato proposto un esercizio che consentiva l'analisi dei tempi di reazione agli stimoli visivi. Tutte le prove sono state realizzate mediante il *software ad hoc* PRINC.

Utilizzando il *software* Dartfish Pro Suite™ si è poi provveduto alla videoanalisi dei dati raccolti. Su ogni video sono stati evidenziati, mediante l'utilizzo di alcuni marcatori virtuali, gli angoli che descrivono il movimento delle articolazioni di spalla, gomito e polso.

Il vertice dell'angolo della spalla è stato posto sulla proiezione cutanea del centro di rotazione della testa dell'omero, il lato prossimale sulla proiezione dell'asse longitudinale della spina della scapola, il lato distale sulla proiezione dell'asse longitudinale dell'omero.

Il vertice dell'angolo del gomito è stato posto sulla proiezione cutanea del centro di rotazione del carpo, il lato prossimale sulla proiezione dell'asse longitudinale del radio, il lato distale sulla proiezione dell'asse longitudinale del metacarpo.

Il vertice dell'angolo del polso è stato posto sulla proiezione cutanea del centro di rotazione del carpo, il lato prossimale sulla proiezione dell'asse longitudinale del radio, il lato distale sulla proiezione dell'asse longitudinale del secondo metacarpo.

Le escursioni angolari durante il movimento sono state raccolte come fogli di calcolo Excel™.

Infine, essendo disponibili dati normativi rispetto alla prova al computer da noi analizzata con il programma Dartfish Pro Suite™ [13], ai risultati ottenuti dai pazienti è stato assegnato un valore numerico compreso tra 0 e 2 a seconda della prestazione del soggetto:

- valore 0: prestazione compresa tra -1 e +1 deviazioni standard rispetto ai dati normativi corrispondenti alla classe frequentata;
- valore 1: prestazione compresa tra -1 e -2 o tra +1 e +2 deviazioni standard rispetto ai dati normativi corrispondenti alla classe frequentata;
- valore 2: prestazione minore di -2 deviazioni standard o maggiore di +2 deviazioni standard rispetto ai dati normativi corrispondenti alla classe frequentata.

L'analisi statistica è stata condotta utilizzando il *software* SPSS™ per Windows versione 15.0. A seconda delle indicazioni, è stato utilizzato il test dei ranghi di Spearman oppure il Chi quadrato.

Risultati

Preliminarmente è stata verificata la distribuzione normale dei dati misurati nel campione di 25 pazienti: sesso, classe, intelligenza non verbale (prestazione ottenuta nelle Matrici Progressive di Raven), competenze visuo-motorie (come misurate dal VMI), le variazioni dell'apertura angolare delle tre articolazioni considerate, i tempi di percorrenza del labirinto e il numero di errori commessi. I dati ottenuti sono stati quindi confrontati con i dati normativi corrispondenti ai soggetti non patologici della stessa classe frequentata. È stato verificato che le variabili misurate nel campione di 25 pazienti presentano una distribuzione di tipo normale. In seguito sono state analizzate le correlazioni tra le variabili sesso, classe, intelligenza non verbale (prestazione ottenuta nelle Matrici Progressive di Raven), competenze visuo-motorie (come misurate dal VMI), e i parametri derivati dal nostro strumento (apertura angolare delle tre articolazioni considerate, tempi di percorrenza del labirinto e numero di errori commessi). I dati ottenuti sono stati quindi confrontati con i dati normativi corrispondenti ai soggetti sani della stessa classe frequentata.

Strategia ERROR

Utilizzando il metodo statistico Chi quadrato per verificare l'entità dell'apertura degli angoli al gomito (valori normalizzati), si è osservata una percentuale di pazienti appartenenti al gruppo 2 significativamente maggiore rispetto ai controlli sani ($p=0.0085$): dall'analisi dei valori medi di questo parametro, emerge quindi come l'apertura angolare a livello del gomito sia maggiore nei soggetti con disturbi evolutivi della scrittura rispetto ai controlli.

Il tempo di percorrenza del labirinto è risultato essere maggiore nei pazienti esaminati rispetto ai soggetti sani; infatti è risultata una percentuale statisticamente significativa di pazienti appartenenti al gruppo 2 rispetto ai soggetti sani (Chi quadrato; $p<0.0001$).

Correlando la variabile di apertura angolare del gomito si è osservato che con il progredire della classe frequentata le prestazioni dei soggetti tendono a rientrare all'interno del *range* di piena normalità (valori compresi tra -1 e +1 deviazioni standard rispetto ai dati normativi corrispondenti ai soggetti sani della stessa classe frequentata, $p=0.02$).

La variabile di apertura angolare del gomito inoltre appare essere l'unica significativamente correlata alla presenza di *deficit* attentivo, che tende a comportare un peggioramento della prestazione ($p=0.02$).

Strategia FASTER

Utilizzando il metodo statistico Chi quadrato per verificare l'entità dell'apertura degli angoli al gomito (valori normalizzati), si è osservata una percentuale di pazienti appartenenti al gruppo 2 significativamente maggiore rispetto ai controlli sani ($p=0.0085$): dall'analisi dei valori medi di questo parametro, emerge quindi come l'apertura angolare a livello del gomito sia maggiore nei soggetti con disturbi evolutivi della scrittura rispetto ai controlli.

Correlando la variabile di apertura angolare della spalla si è osservato che con il progredire della classe frequentata le prestazioni dei soggetti tendono a rientrare all'interno del *range* di piena normalità (valori compresi tra -1 e $+1$ deviazioni standard rispetto ai dati normativi corrispondenti ai soggetti sani della stessa classe frequentata, $p=0.01$); lo stesso risultato è stato ottenuto correlando la variabile di apertura angolare del gomito con la classe frequentata ($p<0.001$).

I soggetti di sesso maschile inoltre hanno dimostrato prestazioni migliori rispetto a quelli di sesso femminile per quanto riguarda i valori di apertura angolare della spalla ($p=0.03$).

Discussione

Dal campione analizzato secondo il nostro studio, è possibile affermare che i risultati ottenuti nel compimento di un gesto simile a quelli che vengono richiesti per lo sviluppo delle competenze di scrittura non sono stati influenzati né dalle abilità cognitive né da quelle di integrazione visuo-motoria, così come misurate da due test ad hoc di comune impiego nella pratica clinica.

Secondo quanto emerso dall'analisi statistica è possibile affermare, come già descritto in letteratura, che anche nei soggetti affetti da disturbo dell'apprendimento l'accuratezza del gesto motorio subisce un'evoluzione che segue la fisiologica maturazione del controllo motorio ma ha ritmi più lenti rispetto a quelli dei bambini normodotati, in cui si assiste a una acquisizione di una strategia motoria sostanzialmente simile a quella utilizzata dagli adulti attorno ai 7-8 anni di età. Infatti la stabilizzazione della spalla e del gomito consentono un controllo maggiore sulla motilità fine, con un conseguente aumento della precisione ed accuratezza.

Il nostro studio prevedeva la possibilità di somministrare il test proponendo che si cominciasse alternativamente dalla strategia *ERROR* o da quella *FASTER*. Procedendo secondo questo schema è stato possibile evidenziare che l'ordine di presentazione delle prove non ha determinato significativi fenomeni di apprendimento. A conferma di questo dato l'analisi statistica ha rilevato che in generale non vi sono differenze significative per le variabili di apertura angolare, numero di errori commessi e tempo di esecuzione tra i gruppi che hanno iniziato la prova con l'una o l'altra indicazione. L'unica differenza statisticamente significativa (test di Spearman $p=0.009$) è stata riscontrata rispetto al tempo impiegato per la prova *ERROR*: i soggetti che hanno avuto questo compito come secondo, infatti, presentano una riduzione della varianza e della media del tempo misurato (t di Student $p=0.0287$). Questo dato, stante la sua singolarità, deve essere interpretato con cautela: può trattarsi di un riscontro occasionale, meritevole di verifica (si consideri che sono stati valutati solo 25 bambini), oppure di un mantenimento parziale della strategia *FASTER* quando la strategia *ERROR* è proposta per seconda.

Il fatto di avere una sufficiente competenza di attenzione visiva è risultato correlato con valori di escursione angolare del gomito che si assestavano maggiormente attorno alla media rispetto ai soggetti sani. Questo dato è per altro in linea con quanto descritto in letteratura, secondo cui le competenze attentive svolgono un ruolo fondamentale nell'esecuzione di compiti motori complessi.

Le prestazioni dei maschi e delle femmine non mostrano una differenza significativa per quanto riguarda i risultati dei test neurocognitivi, né per le escursioni articolari in entrambe le prove. L'unica differenza statisticamente significativa è stata rilevata nella escursione articolare della spalla durante la strategia *FASTER*, con migliori prestazioni nel gruppo di sesso maschile, mentre il numero di errori risulta simile per entrambi i sessi.

In conclusione i dati ottenuti da questo studio permettono di affermare che vi sia una compromissione del gesto con funzione di precursore della scrittura sottesa ai disturbi evolutivi della scrittura. Il nostro strumento non è stato al momento in grado di evidenziare differenze significative tra le diverse forme di disturbo evolutivo della scrittura: considerata tuttavia la numerosità del campione in esame questo dato non può essere ritenuto conclusivo.

È stato possibile confermare alcuni dati presenti in letteratura rispetto all'evoluzione del controllo motorio nell'apprendimento della scrittura e dei meccanismi ad esso sottesi; al contrario non è stata trovata una corrispondenza tra i nostri risultati e quelli riportati in letteratura riguardo all'esistenza di una differenza tra soggetti di sesso maschile e femminile nella pianificazione e programmazione motoria. Considerati tali aspetti il nostro strumento sembra confermarsi come un valido supporto nella valutazione della componente relativa al gesto nei disturbi della scrittura. A tal proposito i futuri sviluppi di ricerca dovranno prefiggersi come obiettivi sia l'estensione del campione che la verifica della sensibilità dello strumento alle variazioni ottenute con una analisi effettuata prima e dopo un trattamento riabilitativo mirato.

Bibliografia

1. Du contrôle moteur à l'organisation du geste. *Masson*, Paris 1978.
2. Graham S, Weintraub N, Berninger V. Which manuscript letters do Primary grade children write legibly. *J Educ Psychol* 2001;3:488-497.
3. Van Galen GP. Handwriting: Issue for a psychomotor theory. *Hum Mov Sci* 1991;10:165-191.
4. L'attività grafica in età evolutiva. Esame, ricerche, prospettive. *Libreria Moretti*, Urbino 2006.
5. Flower L, Hayes JR. A Cognitive Process Theory of Writing. *College Composition and Communication* 1981;32(4):365-387.
6. Recupero in ortografia. Esercizi per il controllo consapevole dell'errore. *Erikson*, Torino 1995.
7. Overvelde A, Hulstijn W. Handwriting development in grade 2 and grade 3 primary school children with normal, at risk, or dysgraphic characteristics. *Res Dev Disabil* 2011;32(2):540-548.
8. Dal gesto alla scrittura. *Mursia*, Torino 2004.
9. Consensus Conference. Raccomandazioni per la pratica clinica sui disturbi specifici dell'apprendimento. *Montecatini* 2006, *Milano* 2007, *Roma* 2010.
10. Manuale di neuropsicologia dell'età evolutiva. *Zanichelli*, Bologna 1995.
11. Capellini SA, Coppede AC, Valle TR. Fine motor function of school-aged children with dyslexia, learning disability and learning difficulties. *Pro Fono* 2010;22:3.
12. Chiappedi M, De Bernardi E, Dalla Toffola E et al. Child visuomotor skills: preliminary findings using a new low-cost movement analysis method. *Funct Neurol* 2010;25:45-48.
13. Bejor M, Togni R, De Bernardi E. et al. Imparare a scrivere: studio quantitativo in bambini in età scolare. *Boll Soc Med Chir Pavia* 2011;124:79-86.
14. CPM (Coloured Progressive Matrices), Edizione italiana. *Giunti OS*, Firenze 2008.
15. Beery KE. VMI (Developmental Test of Visual-Motor Integration). *Giunti OS*, Firenze 2000.
16. Biancardi A, Stoppa E. Test delle campanelle modificato. *Psichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza* 1997;64:73-84.