

**Disturbo non verbale (visuo-spaziale) e Disturbo dello spettro dell'Autismo  
senza disabilità intellettiva:  
come la valutazione delle abilità visuo-spaziali può contribuire alla diagnosi  
differenziale**

***Nonverbal Learning Disability (visuo-spatial) and Autism Spectrum***

***Disorder without intellectual disability: how the assessment of visuo-spatial skills  
can contribute to the differential diagnosis***

Camilla Orefice<sup>1</sup>, Irene C. Mammarella<sup>1</sup>

1. *Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione, Università di Padova*

**Abstract**

Il Disturbo non verbale (*Nonverbal Learning Disability*, NLD) e il Disturbo dello spettro dell'autismo (*Autism Spectrum Disorder*, ASD) senza disabilità intellettiva sono condizioni neuroevolutive la cui manifestazione sintomatologica presenta alcune aree di sovrapposizione. Obiettivo della presente rassegna è di fornire una descrizione del Disturbo non verbale, focalizzandosi sulla presentazione delle differenti componenti dell'elaborazione visuo-spaziale nel profilo NLD a confronto con l'ASD. Complessivamente, le evidenze confermano l'utilità di includere una valutazione approfondita delle abilità di elaborazione visuo-spaziale in fase di diagnosi differenziale tra i due profili.

**Parole chiave:** Disturbo non verbale, Disturbo dello spettro dell'autismo, elaborazione visuo-spaziale, diagnosi differenziale, età evolutiva

Autore responsabile per la corrispondenza: Irene C. Mammarella, Dipartimento di Psicologia dello sviluppo e della socializzazione, Università di Padova, Via Venezia, 8, Padova. E-mail: [irene.mammarella@unipd.it](mailto:irene.mammarella@unipd.it)

### Abstract

Nonverbal Learning Disability (NLD) and Autism Spectrum Disorder (ASD) without intellectual disability are neurodevelopmental conditions characterized by overlapping symptomatology. The present review aims at providing a description of NLD, focusing onto several domains of visuospatial processing within the NLD profile and in comparison with ASD without intellectual disability. Overall, previous studies pinpoint the need of an assessment of visuospatial processing in the differential diagnosis between the two profiles.

**Keywords:** Nonverbal Learning Disability, Autism Spectrum Disorder, visuospatial processing, differential diagnosis, development

### Introduzione

Le caratteristiche comportamentali del Disturbo non verbale (*Nonverbal Learning Disability*, NLD) e del Disturbo dello spettro dell'autismo (*Autism Spectrum Disorder*, ASD) senza disabilità intellettiva appaiono almeno in parte sovrapponibili, determinando la necessità di un'accurata diagnosi differenziale (Cornoldi et al., 2016; Semrud-Clikeman et al., 2010a; Semrud-Clikeman et al., 2014; Williams et al., 2008). In entrambi i disturbi si rilevano infatti il linguaggio strutturale come punto di forza, associato a difficoltà pragmatiche (e.g., Cardillo et al., 2018a; Ferrara et al., 2020; Semrud-Clikeman & Glass, 2008), compromissioni socio-relazionali e a carico delle abilità motorie (e.g., APA, 2013; Gowen & Hamilton, 2013; Mammarella & Cornoldi, 2014; Petti et al., 2003; Semrud-Clikeman et al., 2010a).

### Il Disturbo non verbale

Il Disturbo non verbale è una condizione neuroevolutiva caratterizzata da importanti difficoltà nell'area dell'elaborazione visuo-spaziale, in associazione a compromissioni delle abilità fino-motorie, di integrazione visuo-motoria e attentive, con ripercussioni sull'acquisizione degli apprendimenti scolastici. Il Disturbo si caratterizza anche per difficoltà nell'interazione sociale, a fronte di competenze verbali relativamente adeguate (Cornoldi et al., 2016; Mammarella et al., 2021; Semrud-Clikeman et al., 2010a).

Nonostante l'incremento dell'interesse da parte di clinici e ricercatori verso la condizione, l'NLD non è, ad oggi, inserito all'interno dei principali manuali diagnostici, né è stato possibile definire un insieme condiviso di criteri diagnostici. In aggiunta, alimentando una sorta di circolo vizioso, tali aspetti hanno ostacolato (e continuano ad ostacolare) la ricerca, con ricadute sulla pratica clinica (Cornoldi et al., 2016; Mammarella, 2020; Mammarella & Cornoldi, 2014).

L'inclusione dell'NLD nei Manuali diagnostici potrebbe facilitare la ricerca, la pratica clinica e la vita quotidiana delle famiglie di bambini, ragazzi e adulti con NLD (Broitman et al., 2020; Mammarella et al., 2019a; Mammarella, 2020; Mammarella et al., 2021). A tal fine, a maggio 2017 è stato costituito un gruppo di lavoro, promosso dalla *Columbia University* e dall'*NVLD Project*, per l'individuazione di una definizione e di criteri diagnostici condivisi, con l'obiettivo che il Disturbo venga inserito nelle successive edizioni dei Manuali (Fisher et al., 2022; Mammarella et al., 2021). È stato innanzitutto proposto un adeguamento della denominazione, al fine di allinearla a quelle presenti nei principali Manuali diagnostici. Gli elementi di novità insiti nella denominazione proposta, *Developmental Visual-*

*Spatial Disorder* (DVSD) sono due. Innanzitutto, tale etichetta evidenzia la compromissione caratteristica del profilo, al contrario di NLD, che definisce il Disturbo “per esclusione”. In secondo luogo, viene meno il riferimento ai Disturbi dell'apprendimento che, pur potendo essere associati alla condizione, sembrano essere la conseguenza delle compromissioni visuo-spaziali (Mammarella et al., 2009, 2010; Mammarella & Cornoldi, 2020). In seguito ai lavori della *task-force* costituita nel 2017 è stata recentemente avanzata una proposta di inclusione del *Developmental Visual-Spatial Disorder (NonVerbal Learning Disability)* nelle successive edizioni DSM, ricevendo riscontri positivi (The NVLD Project, 2022). In Tabella 1 è presentata una sintesi della proposta di criteri diagnostici che hanno ispirato la *consensus conference* a livello internazionale (Cornoldi et al., 2016; Mammarella et al., 2021).

**Tabella 1.** Sintesi dei criteri diagnostici per il Disturbo non verbale (adattato da Cornoldi et al., 2016; Mammarella et al., 2021)

---

A.	Cadute sostanziali allo stato attuale, o nella storia del bambino nell'elaborazione visuo-spaziale, dimostrate da difficoltà in almeno 2 delle seguenti aree: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Difficoltà in prove di percezione visiva;</li> <li>2. Difficoltà nella riproduzione su copia o nel ricordo di disegni;</li> <li>3. Difficoltà nel ricordare temporaneamente informazioni visuo-spaziali.</li> </ol>
B.	Presenza di indici clinici e/o psicometrici di debolezze in almeno una nelle seguenti aree, allo stato attuale o nella storia del bambino: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Difficoltà fine motorie;</li> <li>2. Difficoltà nell'apprendimento del calcolo o in altre materie che coinvolgono le abilità visuo-spaziali in presenza di un'adeguata decodifica della lettura;</li> <li>3. Difficoltà nelle interazioni sociali.</li> </ol>
C.	Alcuni sintomi possono essere visibili prima dei 7 anni, sebbene possano non manifestarsi completamente fino al momento in cui le richieste scolastiche non eccedano le capacità del bambino, o essere mascherati dalla presenza di buone strategie verbali.
D.	Ci sono evidenze che mostrano un'interferenza dei sintomi sulla qualità del funzionamento sociale, scolastico o nella vita del bambino.
E.	Le difficoltà non sono meglio spiegate dalla presenza del Disturbo dello spettro dell'autismo o del Disturbo della coordinazione motoria ( <i>Developmental Coordination Disorder</i> , DCD). Se il profilo NLD è la conseguenza di una disabilità intellettiva o sensoriale, di una condizione neurologica o genetica, il Disturbo non verbale non può essere diagnosticato. In ogni caso, nella diagnosi potrà essere specificato che il bambino/ragazzo presenta un profilo NLD.

---

Il riconoscimento del profilo NLD avviene a seguito di un'approfondita valutazione che comprende, da un lato, la raccolta di informazioni anamnestiche, e, dall'altro, la somministrazione di prove standardizzate. Come per altre condizioni, al fine di ottenere informazioni dettagliate, è auspicabile poter adottare un approccio *multi-informant*, coinvolgendo, oltre al paziente e alla famiglia, anche la scuola e altre persone significative nella vita del bambino/ragazzo (e.g., Isola et al., 2016).

In sede di colloquio con i genitori, le informazioni che è necessario raccogliere riguardano la storia del bambino (e.g., nascita, acquisizione delle principali tappe di sviluppo, funzioni fisiologiche, malattie o condizioni mediche concomitanti) e della famiglia, oltre che l'eventuale presenza di familiarità per patologie mediche o Disturbi del neurosviluppo. Un'ulteriore area da approfondire riguarda il funzionamento quotidiano del bambino, con particolare attenzione agli aspetti scolastici e sociali e sulle eventuali difficoltà presenti al momento della consultazione (Cornoldi et al., 2016).

La valutazione testistica, che può essere articolata in uno o più incontri, a seconda dell'età e delle necessità cliniche, prevederà la somministrazione di prove standardizzate volte alla valutazione del profilo cognitivo e neuropsicologico. In particolare, le aree da approfondire riguardano le abilità visuo-spaziali e motorie, l'area dell'attenzione, delle funzioni esecutive e della memoria, le abilità linguistiche e sociali, lo stato gli apprendimenti scolastici. Inoltre, facendo riferimento all'approccio *multi-informant* citato in precedenza, potranno essere proposti questionari *self-*, *parent-* e *teacher-report* volti alla valutazione degli aspetti emotivi e comportamentali (Mammarella et al., 2021).

### ***Caratteristiche cliniche***

Il Disturbo non verbale, come anticipato sopra, è caratterizzato da compromissioni generalizzate a carico dell'elaborazione visuo-spaziale (Cornoldi et al., 2016), aspetto già presente in alcune delle prime descrizioni (e.g., Johnson & Myklebust, 1967; Rourke, 1995). Il profilo delle abilità visuo-spaziali nell'NLD sarà ripreso e approfondito successivamente.

Nella popolazione con NLD sono state inoltre riscontrate difficoltà attentive, che potrebbero avere ripercussioni nell'area della percezione sociale per quanto riguarda, per esempio, la codifica e l'elaborazione dei segnali sociali (Crick & Dodge, 1994; Semrud-Clikeman et al., 2010a), e a carico delle funzioni esecutive, in particolare nelle componenti di flessibilità cognitiva e di pianificazione spaziale (Semrud-Clikeman et al., 2014).

Inoltre, nonostante ulteriori studi sembrino essere necessari per meglio caratterizzare il profilo delle abilità fino-motorie nella popolazione con NLD (Fisher et al., 2022), alcune evidenze suggeriscono la presenza di fragilità, che possono far apparire questi bambini e ragazzi più goffi e/o lenti rispetto ai pari età con sviluppo tipico (Durand, 2005; Mammarella & Cornoldi, 2020; Semrud-Clikeman et al., 2010b). Tali difficoltà, inoltre, possono avere ricadute nell'area degli apprendimenti scolastici: è stata infatti evidenziata una difficoltà nella componente prassica della scrittura nella popolazione con NLD (Mammarella & Cornoldi, 2014). Viceversa, non sono state individuate criticità stabilmente associate al profilo relativamente alla lettura e alla componente ortografica della scrittura (Cornoldi et al., 2016).

In aggiunta, l'area della matematica costituisce un importante aspetto di fragilità all'interno del profilo. Tali difficoltà sembrano non dipendere da criticità nell'automatizzazione dei processi alla base dell'apprendimento della matematica (es. fatti numerici, calcolo a mente, etc.), quanto piuttosto dalla compromissione delle abilità visuo-spaziali (Mammarella et al., 2010; Mammarella et al., 2013a). Sempre in relazione alle difficoltà visuo-spaziali, bambini e ragazzi con NLD sembrano non manifestare l'effetto SNARC (*spatial-numerical association of response codes*; Bachot et al., 2005; Hubbard et al., 2005). Inoltre, le evidenze a disposizione mettono in luce difficoltà procedurali nel calcolo scritto (e.g., incolonnamento, prestito e riporto) e in compiti di confronto di numerosità e di ordinamento di numeri da parte di bambini e ragazzi con NLD (Mammarella et al., 2010). Infine, anche la geometria costituisce un elemento di criticità, sia ad un livello generale, a causa del coinvolgimento delle componenti visuo-spaziali, ma anche per un possibile ruolo di mediazione svolto dalla memoria di lavoro visuo-spaziale (Mammarella et al., 2013b).

Le competenze linguistiche strutturali costituiscono un punto di forza all'interno del profilo, mentre alcune evidenze suggeriscono la presenza di fragilità nell'uso sociale del linguaggio (pragmatica).

Infatti, bambini e ragazzi con NLD possono presentare verbosità, associata ad una ridotta comprensione delle regole sociali che regolano le interazioni (Cornoldi et al., 2016). In aggiunta, possono presentarsi difficoltà nella comprensione orale in ambito sociale: questi bambini, infatti, potrebbero non riuscire ad effettuare inferenze (Worling et al., 1999) o ad accedere al significato di metafore figurate, mentre sembra adeguata la capacità di decodificare le metafore verbali (Cardillo et al., 2018a). Anche la comprensione dell'ironia si costituisce come un'area in cui bambini e ragazzi con NLD incontrano difficoltà; le cause di ciò possono essere ricercate nella tendenza ad interpretare il linguaggio in modo letterale e alle difficoltà di comprensione del contesto e di riconoscimento della prosodia (Semrud-Clikeman & Glass, 2008).

Le difficoltà linguistiche descritte appaiono strettamente legate all'uso sociale del linguaggio. A fianco di queste, sono state individuate difficoltà specificamente legate alle abilità sociali. Per esempio, bambini e ragazzi con NLD potrebbero faticare a codificare e interpretare informazioni connotate emotivamente presentate in modalità visiva, mentre sembra adeguata l'elaborazione di informazioni verbali (Petti et al., 2003). Parimenti, potrebbero faticare ad individuare o a comprendere gli indici non verbali all'interno delle interazioni (Semrud-Clikeman et al., 2014). Anche in quest'ambito, dunque, è necessario tenere conto del fatto che molte difficoltà dipendono dalle modalità di presentazione degli stimoli e i risultati di alcuni lavori appaiono condizionati da questioni metodologiche, in parte legate all'assenza di criteri di inclusione condivisi (Cornoldi et al., 2016).

Come altre condizioni inquadrare all'interno dei Disturbi del neurosviluppo, anche la popolazione con NLD appare a rischio di sviluppare psicopatologie (Semrud-Clikeman et al., 2010a), aspetto già evidenziato nelle prime descrizioni del Disturbo (*e.g.*, Rourke, 1995). I risultati delle ricerche in tale ambito, condotti utilizzando misure *parent-report*, suggeriscono che questi bambini e ragazzi possano manifestare un più alto livello di tratti depressivi e un più marcato ritiro sociale rispetto ai pari con sviluppo tipico. Viceversa, non sono state individuate differenze per quanto riguarda la presenza di tratti ansiosi (Mammarella et al., 2022; Semrud-Clikeman et al., 2010a). Quando le metodologie di ricerca hanno invece implicato la somministrazione di misure *self-report*, bambini e ragazzi con NLD hanno riportato di esperire un più elevato livello di ansia di separazione, ansia scolastica, ansia e ritiro sociale rispetto ai pari con sviluppo tipico (Mammarella et al., 2016; Mammarella & Cornoldi, 2014). Per quanto riguarda invece la presenza di sintomatologia depressiva, sono state prodotte evidenze contrastanti (Bloom & Heath, 2010; Mammarella et al., 2016): causa di tale eterogeneità potrebbe essere ricercata nella limitata auto-consapevolezza e capacità di riportare accuratamente i propri stati interni (Cornoldi et al., 2016; Mammarella et al., 2016). Inoltre, può essere importante prendere in considerazione la differente presenza e manifestazione della sintomatologia dei disturbi internalizzante nelle diverse fasi evolutive (Isola et al., 2016).

Alla luce della complessità del quadro clinico, in fase di valutazione è opportuno effettuare un'accurata diagnosi differenziale con alcuni disturbi che, in un'ottica dimensionale (APA, 2013), presentano punti di contatto con l'NLD nella sintomatologia caratteristica (Cornoldi et al., 2016). Tra i disturbi con i quali l'NLD viene posto in diagnosi differenziale vi è il Disturbo dello spettro dell'autismo (*Autism Spectrum Disorder*, ASD) senza disabilità intellettiva, le cui caratteristiche principali saranno presentate di seguito. Infine, sarà operato un confronto tra NLD e ASD senza disabilità intellettiva.

## Il Disturbo dello spettro dell'autismo senza disabilità intellettiva

Il Disturbo dello spettro dell'autismo è un disturbo del neurosviluppo caratterizzato da persistenti difficoltà della comunicazione e dell'interazione sociale e per la presenza di un pattern ristretto e ripetitivo di comportamenti, attività e interessi (*American Psychiatric Association [APA], 2013*). Le manifestazioni cliniche dell'ASD si contraddistinguono per la grande eterogeneità. A questo proposito, non esistendo un unico fenotipo associato al disturbo, si fa ricorso al concetto di "spettro" per evidenziare l'esistenza di un continuum che riguarda il grado di severità e le caratteristiche associate al disturbo (Vianello & Mammarella, 2015). Tale spettro dimensionale assume caratteristiche specifiche nell'individuo in base alle caratteristiche personali, come la gravità della condizione, il livello di sviluppo, l'età cronologica, e ambientali, quali possono essere i trattamenti e il supporto ricevuto. L'autismo è comunque un disturbo pervasivo, e, in questo senso, coinvolge più aree implicate nello sviluppo, per esempio gli apprendimenti e le autonomie (APA, 2013).

Il presente lavoro prende in considerazione la porzione di popolazione nello spettro dell'autismo senza disabilità intellettiva, precedentemente riconosciuta con il termine di Sindrome di Asperger (*Asperger's Syndrome, AS*) o Autismo ad alto funzionamento (*High Functioning Autism, HFA*). Nel DSM 5 (APA, 2013), caratterizzato dall'approccio dimensionale, non sono contemplate né l'AS né l'HFA, mentre la dicitura adottata prevede la specificazione del livello di gravità e delle caratteristiche associate (*i.e.*, presenza/assenza di compromissione intellettiva e/o di linguaggio). Analogamente, anche l'ICD-11 (*World Health Organization [WHO], 2018*) prevede l'utilizzo di specificatori relativi al funzionamento cognitivo e al linguaggio funzionale.

La diagnosi del Disturbo dello spettro dell'autismo è clinica e multidisciplinare e deve essere formulata da specialisti adeguatamente formati. Quando è possibile, la diagnosi si basa su fonti multiple di informazioni (APA, 2013). Nella pratica clinica è possibile avvalersi di strumenti standardizzati, di cui sono considerati *gold standard* l'*Autism Diagnostic Interview- Revised* (ADI-R; Rutter et al., 2005) e l'*Autism Diagnostic Observation Schedule- Second Edition* (ADOS-2; Lord et al., 2012). La formulazione della diagnosi di Autismo, soprattutto nel caso in cui il disturbo non sia associato a disabilità intellettiva o a compromissione del linguaggio, può risultare più complessa. Questo perché, da un lato, le caratteristiche del disturbo possono apparire sfumate e, dall'altro, è possibile che questi bambini e ragazzi camuffino, volontariamente o non, le proprie peculiarità (Attwood, 2019; Corbett et al., 2021).

### Caratteristiche cliniche

La compromissione della sfera relazionale è l'aspetto dominante dell'ASD. Si riscontrano, infatti, difficoltà nella reciprocità socio-emotiva, che consiste nella capacità di relazionarsi con gli altri, condividendo pensieri e sentimenti: spesso le persone con autismo faticano nell'instaurare rapporti amicali o nel chiedere conforto (Finke, 2016; Jahromi et al., 2012). Anche la comunicazione non verbale risulta atipica, per esempio possono essere presenti anomalie nel contatto oculare, nella gestualità, nella mimica facciale e nel tono della voce (APA, 2013; Vianello & Mammarella, 2015). Per quanto riguarda le relazioni, è superata l'idea che non vi sia una ricerca del contatto sociale. Tuttavia, le modalità attraverso cui questo avviene sono descritte come atipiche e spesso inappropriate,



spaziando dalla passività all'aggressività o alla distruttività (Chevallier et al., 2012; Granieri et al., 2020; Mendelson et al., 2016).

Un'altra caratteristica nucleare dell'ASD è la presenza persistente di pattern ristretti e ripetitivi di comportamenti, attività e interessi. Nelle persone con ASD si possono trovare frequentemente stereotipie motorie (come l'*hand flapping*), gioco e linguaggio ripetitivi. Inoltre, come già evidenziato nella descrizione di Kanner (1943), possono esserci aspetti di rigidità nel pensiero e nelle ritualità, così come aderenza alla *sameness*, che si manifesta nella resistenza al cambiamento. Un ulteriore aspetto che caratterizza il disturbo è la presenza di interessi atipici, per ambito di interesse, intensità e profondità. Infine, è stata descritta l'ipo- o iper- reattività agli stimoli sensoriali (APA, 2013).

Il profilo linguistico e comunicativo della popolazione con ASD è connotato da grande variabilità, anche per quanto riguarda l'autismo senza disabilità intellettiva (Narzisi et al., 2013). In particolare, tale popolazione sembra sviluppare adeguatamente le abilità linguistiche formali, ma presentare difficoltà nella pragmatica, intesa come uso sociale del linguaggio, con riferimento, per esempio, alla capacità di iniziare adeguatamente le conversazioni, di utilizzare il contesto per orientare la propria produzione verbale, di comprendere metafore, generare inferenze e utilizzare l'ironia (Cardillo et al., 2020a; Ferrara et al., 2020; Semrud-Clikeman & Glass, 2008). Inoltre, le difficoltà pragmatiche e socio-comunicative possono influenzare negativamente la produzione verbale, rendendola poco coerente (Ferrara et al., 2020).

Per quanto riguarda la valutazione del profilo neuropsicologico di bambini e ragazzi con ASD senza disabilità intellettiva, i risultati ottenuti da Narzisi e collaboratori (2013) utilizzando la Batteria NEPSY-II, rivelatasi adatta alla valutazione della popolazione con Disturbi del neurosviluppo (Cardillo & Mammarella, 2015), sono in accordo con la letteratura precedente. In particolare, le compromissioni interessano globalmente l'area *Attenzione e funzioni esecutive*, aspetto confermato anche da un lavoro più recente (Cardillo et al., 2020a); per quanto riguarda le *Funzioni sensorimotorie*, invece, le cadute della performance per il gruppo ASD sono limitate alle prove in cui è richiesto un controllo di alto livello. Un'altra area apparsa deficitaria è *Memoria e apprendimento*: gli autori sottolineano che le cadute nelle prove di memoria verbale sono dovute soprattutto a difficoltà nell'organizzazione del materiale e nella gestione di informazioni interferenti. Sempre in quest'area, si registrano difficoltà nella memoria visuo-spaziale (test di memoria di facce e di forme geometriche); uno studio più recente (Cardillo et al., 2018b), tuttavia, suggerisce che possa trattarsi di un effetto del *bias* locale (preferenza per l'elaborazione locale piuttosto che configurale), che entra in gioco quando il compito prevede il contributo delle abilità motorie. Dal lavoro di Narzisi e collaboratori (2013) e in linea con le caratteristiche core del Disturbo (APA, 2013) emergono altresì difficoltà per quanto riguarda l'area della *Percezione sociale*, risultati confermati anche da un lavoro più recente (Cardillo et al., 2020a).

Infine, il profilo delle abilità visuo-spaziali, argomento centrale del presente lavoro, si presenta piuttosto eterogeneo. Una trattazione maggiormente approfondita sarà fornita di seguito.

### La diagnosi differenziale

A fianco degli elementi di sovrapposizione sintomatologica, i profili NLD e ASD senza disabilità intellettiva si differenziano per alcune caratteristiche comportamentali e neurobiologiche. Infatti, solamente nell'ASD è presente il pattern di comportamenti, interessi e attività ristretti e ripetitivi

(Mammarella et al., 2021). Inoltre, la compromissione del funzionamento adattivo sembra essere più marcata nell'ASD (Williams et al., 2008), mentre le difficoltà visuo-spaziali nell'NLD (Mammarella et al., 2019a); aspetto, quest'ultimo, supportato da evidenze neurofisiologiche (Banker et al., 2020). Parallelamente, i risultati di un recente lavoro individuano le abilità di pragmatica del linguaggio come area da prendere in considerazione per discriminare i profilo NLD e ASD senza disabilità intellettiva. Pur individuando fragilità per entrambi i gruppi, infatti, le difficoltà di bambini e ragazzi con NLD sembrano essere maggiormente sfumate rispetto a quanto riscontrato per i pari età con ASD senza disabilità intellettiva (Mammarella et al., 2022).

Ulteriori evidenze dell'esistenza di differenze tra l'ASD senza disabilità intellettiva e l'NLD provengono da studi neuroanatomici. Innanzitutto, unicamente per il gruppo NLD è stata rilevata una riduzione dello splenio del corpo calloso, struttura che consente la comunicazione inter-emisferica (Fine et al., 2014). In secondo luogo, sono state individuate differenze tra i gruppi a carico delle aree cerebrali deputate all'elaborazione degli stimoli emotivi (Semrud-Clikeman et al., 2013). Infine, i risultati di uno studio di risonanza magnetica funzionale (*functional Magnetic Resonance Imaging*, fMRI) suggeriscono che le difficoltà socio-relazionali osservate in ASD senza disabilità intellettiva e NLD possano dipendere da distinte alterazioni della connettività funzionale. In particolare, per il gruppo con NLD è stata osservata una ridotta connettività tra insula anteriore, cingolo anteriore e corteccia prefrontale, mentre per i pari con ASD il riscontro neurofisiologico supporta la presenza di un'aumentata connettività tra il giro sopramarginale e la corteccia prefrontale (Margolis et al., 2019).

Dal punto di vista cognitivo e neuropsicologico, sembra che il profilo cognitivo, ed in particolare la discrepanza tra gli indici di Comprensione Verbale e di Ragionamento Visuo-Perceptivo delle scale Wechsler (Wechsler, 2012, 2013), non costituisca un valido strumento per discriminare i due gruppi (Williams et al., 2008). Al contrario, il profilo delle abilità visuo-spaziali sembra consentire una discriminazione: se nell'NLD appare caratterizzato da deficit generalizzati (*e.g.*, Fisher et al., 2022; Mammarella et al., 2019b), per quanto riguarda l'ASD senza disabilità intellettiva è presente maggiore eterogeneità (Cardillo et al., 2020b; Muth et al., 2014; Narzisi et al., 2013; Semrud-Clikeman et al., 2010b), in relazione alla specifica componente esaminata e alle richieste del compito stesso (Mammarella et al., 2019a; Muth et al., 2014).

Di seguito saranno descritti i risultati di lavori di ricerca condotti prendendo in considerazione differenti componenti dell'elaborazione visuo-spaziale.

### ***Abilità visuo-percettive***

Le abilità visuo-percettive consentono di elaborare uno stimolo visivo, sia in relazione alle caratteristiche che lo contraddistinguono, sia in relazione alla posizione che occupa nello spazio (Papagno & Conson, 2017; Tsai et al., 2008). Tra le prove utilizzate per la valutazione vi sono compiti di giudizio dell'orientamento di linee (Cardillo & Mammarella, 2015) e di riconoscimento di forme geometriche (Beery & Buktenica, 2000).

Per quanto riguarda l'NLD, già Rourke (1995) aveva teorizzato la presenza di fragilità visuo-percettive, pur senza riuscire a supportare l'ipotesi con dati empirici. Studi più recenti hanno confermato la presenza di tali compromissioni (Cornoldi et al., 2016). In particolare, sono state



evidenziate difficoltà nella discriminazione dell'orientamento di linee (Roman, 1998; Semrud-Clikeman et al., 2010a) e nell'elaborazione delle forme (Chow & Skuy, 1999; Mammarella & Pazzaglia, 2010). Inoltre, in un compito di riconoscimento di pattern geometrici è stato osservato un significativo effetto negativo della complessità percettiva dello stimolo sull'accuratezza dei partecipanti con NLD (Cardillo et al., 2017).

Se i dati per quanto riguarda l'NLD sono pressoché univoci, la letteratura relativa alle abilità visuo-percettive in ASD si caratterizza per la presenza di dati estremamente contrastanti. Per esempio, il gruppo di Mottron (Caron et al., 2006) individua prestazioni superiori rispetto ai controlli con sviluppo tipico, mentre altri lavori individuano cadute in quest'area (Hooper et al., 2006; Korkman et al., 2007). Dati più recenti suggeriscono invece che le prestazioni in quest'area siano allineate o solo lievemente superiori rispetto allo sviluppo tipico (Cardillo et al., 2020b; Muth et al., 2014; Semrud-Clikeman et al., 2010b).

### ***Abilità visuo-costruttive***

Tra le componenti delle abilità visuo-spaziali assume rilevanza quella visuo-costruttiva, che consiste nella capacità di assemblare le diverse parti in uno stimolo coerente (Papagno & Conson, 2017), richiedendo anche il contributo delle abilità di integrazione visuo-motoria, in proporzione variabile in relazione al tipo di compito (Beery & Buktenica, 2000). Esempi di attività visuo-costruttive in contesto ecologico sono i puzzle o il gioco delle costruzioni, così come il disegno (Mammarella et al., 2021), mentre in ambito di ricerca alcune prove correntemente utilizzate sono il Test di Integrazione Visuo-Motoria (Beery & Buktenica, 2000), la Figura Complessa di Rey (Rey, 1983) e prove di Disegno con i Cubi (Wechsler, 2012, 2013).

Sono state riscontrate compromissioni generalizzate a carico dell'area visuo-costruttiva in bambini e ragazzi con NLD (Mammarella et al., 2006; Mammarella et al., 2019a; Semrud-Clikeman et al., 2010a). In particolare, le fragilità si sono evidenziate sia in compiti che richiedono il coinvolgimento della componente motoria (Gross-Tsur et al., 1995; Mammarella et al., 2006; Roman, 1998; Semrud-Clikeman et al., 2010a), sia in compiti in cui tale componente riveste un ruolo marginale (Drummond et al., 2005). Per esempio, bambini e ragazzi con NLD hanno ottenuto risultati significativamente inferiori rispetto ai pari con sviluppo tipico in un compito in cui la richiesta era di analizzare un'immagine e identificare le relazioni tra i diversi elementi costituenti, al fine di riprodurre il pattern osservato (Cardillo et al., 2017).

Per quanto riguarda le abilità visuo-costruttive nella popolazione con ASD senza disabilità intellettiva, i dati a disposizione supportano la presenza di prestazioni al livello dei pari con sviluppo tipico per quanto riguarda l'accuratezza (Cardillo et al., 2020b; Muth et al., 2014; Semrud-Clikeman et al., 2010b), mentre sono state evidenziate differenze nelle modalità di elaborazione, localmente orientate (Cardillo et al., 2022).

Quest'ultimo approccio, ovvero lo studio delle modalità di elaborazione locale e globale in compiti visuo-costruttivi, sembra promettente nella discriminazione dei profili NLD e ASD senza disabilità intellettiva (Cardillo et al., 2020b; Mammarella et al., 2019a).

### ***Memoria di lavoro visuo-spaziale***

La memoria di lavoro visuo-spaziale è definita come la capacità di tenere a mente e contemporaneamente manipolare attivamente informazioni di natura visiva e spaziale (Baddeley, 2000). Esempi di prove correntemente utilizzate sono il Test di Corsi e Test di matrici simultanee e sequenziali (Mammarella et al., 2008).

In compiti di memoria di lavoro visuo-spaziale, bambini e ragazzi con NLD ottengono prestazioni inferiori rispetto ai pari con sviluppo tipico, sia in prove di ricordo passivo che di manipolazione attiva dell'informazione, a prescindere dal grado di coesione percettiva (Mammarella et al., 2019b). Inoltre, le prestazioni in compiti di elaborazione visuo-spaziale sembrano caratterizzarsi per un importante rallentamento (Cardillo et al., 2020b; Mammarella et al., 2019a) e per la difficoltà di selezionare la strategia adeguata (Mammarella et al., 2019b). Inoltre, le fragilità in questa componente sembrano influenzare le prestazioni in geometria e calcolo di bambini con NLD (Mammarella et al., 2010; Mammarella et al., 2013b).

Per quanto riguarda invece l'ASD senza disabilità intellettiva, i risultati in letteratura sono spesso inconsistenti (Zinke et al., 2010). Alcuni lavori hanno per esempio preso in considerazione il carico cognitivo come possibile mediatore della prestazione in prove di memoria di lavoro visuo-spaziale, senza tuttavia giungere a risultati conclusivi (Wang et al., 2017); altri si sono invece concentrati sulle caratteristiche dello stimolo (*e.g.*, coesione percettiva, tipologia del compito), riscontrando ampia variabilità delle prestazioni in ragione anche al dominio visuo-spaziale coinvolto (Cardillo et al., 2018b). Infine, le prestazioni di bambini e ragazzi con ASD in prove di memoria di lavoro visuo-spaziale potrebbero risentire di un inadeguato ricorso a strategie cognitive (Williams et al., 2006) o essere attribuibili a fragilità nella pianificazione e nel controllo cognitivo, invece che a debolezze specifiche della memoria di lavoro (Alloway et al., 2009).

### ***Rotazione mentale e perspective-taking spaziale***

Un'ulteriore abilità afferente alle abilità visuo-spaziali è la rotazione mentale, descritta come la capacità di manipolare mentalmente un oggetto bi- o tri-dimensionale, immaginando la conformazione che potrebbe assumere se sottoposto ad una rotazione dalla posizione originale (Shepard & Metzler, 1971). Tale abilità sembra essere coinvolta nella prestazione in matematica e, dal punto di vista della valutazione, può essere esaminata attraverso prove di rotazione di animali, oggetti e di lettere (Broadbent et al., 2014; Kaltner & Jansen, 2014). L'abilità di *perspective-taking* spaziale consiste invece nella capacità di immaginare lo spazio da un punto di vista diverso da quello effettivamente occupato dall'osservatore (Hegarty & Waller, 2004), implicando la capacità di visualizzare la scena dall'esterno (Pearson et al., 2013). Nonostante l'abilità di rotazione mentale e di *perspective-taking* spaziale siano abilità distinte, sono strettamente associate ( $r = .80$ ; Hegarty & Waller, 2004; Kozhevnikov & Hegarty, 2001).

Il profilo NLD si caratterizza per cadute in prove di rotazione mentale e di *perspective-taking* spaziale; ciò potrebbe avere ripercussioni sugli apprendimenti scolastici, ma soprattutto nell'area delle autonomie (Mammarella et al., 2021). Inoltre, nella popolazione con NLD sono presenti difficoltà spaziali, con ripercussioni dirette sull'elaborazione del materiale che richiede un'elaborazione di questo

tipo (Chow & Skuy, 1999) e in ambito ecologico, relativamente alle capacità di orientamento ambientale (Rourke, 1995).

In riferimento alle abilità di rotazione mentale, la popolazione con ASD senza disabilità intellettiva sembra ottenere prestazioni adeguate, comparabili (Cardillo et al., 2020c) o superiori (Pearson et al., 2016) rispetto a quanto osservato nello sviluppo tipico. Per quanto riguarda invece il *perspective-taking* spaziale emergono risultati contrastanti (e.g., Cardillo et al., 2020c; Pearson et al., 2016). In ogni caso, i risultati di un recente studio (Cardillo et al., 2020c) suggeriscono che i partecipanti con ASD senza disabilità intellettiva facciano ricorso a meccanismi neuropsicologici differenti da quelli dei pari con sviluppo tipico. In aggiunta, viene sottolineato il ruolo della discrepanza tra la posizione che il partecipante deve immaginare di assumere e la posizione del target: contrariamente a quanto osservato dal gruppo di Pearson (2016), i partecipanti con ASD forniscono una prestazione meno accurata rispetto ai controlli quando la discrepanza è minore (e.g.,  $<60^\circ$ ), mentre i gruppi risultano comparabili all'aumentare della discrepanza e dunque, della complessità del compito.

## Conclusioni

Pur in presenza di tratti sintomatologici sovrapponibili, diversi lavori hanno individuato caratteristiche specifiche, in grado di differenziare l'NLD da altri Disturbi del neurosviluppo, tra cui l'ASD senza disabilità intellettiva (per una rassegna, si veda Fisher et al., 2022). A questo proposito, sintetizzando le evidenze presentate, l'area dell'elaborazione visuo-spaziale costituisce certamente un dominio centrale nella diagnosi del Disturbo non verbale. Parallelamente, alla luce delle differenti presentazioni in NLD e ASD senza disabilità intellettiva, si conferma l'utilità di una valutazione approfondita del dominio visuo-spaziale in fase di diagnosi differenziale.

Sul lungo periodo, a fianco di una descrizione sempre più precisa del Disturbo non verbale, appare di fondamentale importanza un suo riconoscimento come entità nosografica a sé stante, associata ad una definizione univoca e condivisa dei criteri diagnostici (Fisher et al., 2022; Mammarella, 2020). L'inclusione del Disturbo nei Manuali diagnostici apporterebbe un importante miglioramento alla qualità di vita delle famiglie di bambini, ragazzi e adulti con NLD, comportando la definizione di procedure diagnostiche condivise e la messa a punto di interventi specificamente focalizzati sull'NLD (Cornoldi et al., 2016). In aggiunta, in riferimento alla formulazione della diagnosi, il riconoscimento dell'NLD potrebbe ridurre il ricorso a etichette diagnostiche non in grado di rendere conto della complessità del profilo, inficiando la comprensione delle caratteristiche del bambino/ragazzo e ponendolo a rischio di non ricevere un trattamento calibrato sui suoi bisogni. Infatti, come suggerito dal gruppo di Semrud-Clikeman (2010a), bambini e ragazzi con differenti alterazioni dello sviluppo potrebbero rispondere in maniera diversa a trattamenti progettati prendendo in considerazione le manifestazioni comportamentali delle difficoltà, ma senza tenere conto del diverso profilo di funzionamento.

Parallelamente alla necessità di includere l'NLD nei Manuali diagnostici internazionale, dal punto di vista della ricerca sembra essere auspicabile un ulteriore investimento nella caratterizzazione del profilo delle abilità visuo-spaziali, volto all'analisi delle differenze tra profili non solo a livello di *performance* comportamentale, ma anche delle strategie che sottendono ad essa. A tal fine, un contributo può essere fornito dalle nuove tecnologie, che consentono di analizzare sia le modalità di elaborazione (e.g., eye-

*tracking*; Costescu et al., 2019) che di espressione (e.g. tablet; Hochhauser et al., 2021), oltre che i diversi pattern di organizzazione neurale attivi durante lo svolgimento di compiti visivi e spaziali (e.g. procedure di registrazione neurale; Banker et al., 2021; Schaeffer et al., 2021; Semrud-Clikeman et al., 2013).

Infine, per quanto riguarda l'ambito educativo, una maggiore e più puntuale conoscenza dei diversi profili di funzionamento in ambito neuroevolutivo (e.g., NLD, ASD senza disabilità intellettiva, ecc.) potrà essere trasmessa agli insegnanti al fine di supportare il percorso scolastico di questi studenti. Nello specifico, la collaborazione con servizi clinici e istituti scolastici potrà tradursi in un percorso di apprendimento costruito alla luce delle peculiarità e delle necessità di tali studenti, che potranno, per esempio, beneficiare di strumenti compensativi e dispensativi, oltre che di modalità didattiche, costruiti sulla base dei loro punti di forza e di debolezza (Mammarella et al., 2021).

### Bibliografia

- Alloway, T. P., Rajendran, G., & Archibald, L. M. D. (2009). Working Memory in Children With Developmental Disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 42(4), 372–382. <https://doi.org/10.1177/0022219409335214>
- American Psychiatric Association [APA]. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Fifth Edition. DSM-5. A.P.A.*
- Attwood, T. (2019). Guida completa alla sindrome di Asperger [The Complete Guide to Asperger's Syndrome] (D. Moscone & D. Vagni, A c. Di). Edra.
- Bachot, J., Gevers, W., Fias, W., & Roeyers, H. (2005). Number sense in children with visuospatial disabilities: Orientation of the mental number line. *Psychology Science*, 47(1), 172–183
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Banker, S. M., Pagliaccio, D., Ramphal, B., Thomas, L., Dranovsky, A., & Margolis, A. E. (2021). Altered structure and functional connectivity of the hippocampus are associated with social and mathematical difficulties in nonverbal learning disability. *Hippocampus*, 31(1), 79–88. <https://doi.org/10.1002/hipo.23264>
- Banker, S. M., Ramphal, B., Pagliaccio, D., Thomas, L., Rosen, E., Sigel, A. N., Zeffiro, T., Marsh, R., & Margolis, A. E. (2020). Spatial Network Connectivity and Spatial Reasoning Ability in Children with Nonverbal Learning Disability. *Scientific Reports*, 10(1), 561. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56003-y>
- Beery, K. E., & Buktenica, N. A. (2000). *Developmental Test of Visual-Motor Integration (VMI)* (C. Preda, Trad.). Giunti Psychometrics.
- Bloom, E., & Heath, N. (2010). Recognition, expression, and understanding facial expressions of emotion in adolescents with nonverbal and general learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 43(2), 180–192. <https://doi.org/10.1177/0022219409345014>
- Broadbent, H. J., Farran, E. K., & Tolmie, A. (2014). Object-Based Mental Rotation and Visual Perspective-Taking in Typical Development and Williams Syndrome. *Developmental Neuropsychology*, 39(3), 205–225. <https://doi.org/10.1080/87565641.2013.876027>
- Broitman, J., Melcher, M., Margolis, A., & Davis, J. (2020). *NVLD and Developmental Visual-Spatial Disorder in Children: Clinical Guide to Assessment and Treatment*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-56108-6>
- Cardillo, R., & Mammarella, I. C. (2015). L'utilità della NEPSY-II per la valutazione neuropsicologica nella psicopatologia dello sviluppo [The NEPSY-II utility for neuropsychological evaluation in psychopathology of development]. *Psicologia clinica dello sviluppo*, 3/2015. <https://doi.org/10.1449/81783>
- Cardillo, R., Mammarella, I. C., Garcia, R. B., & Cornoldi, C. (2017). Local and global processing in block design tasks in children with dyslexia or nonverbal learning disability. *Research in Developmental Disabilities*, 64, 96–107. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.03.011>

- Cardillo, R., Garcia, R. B., Mammarella, I. C., & Cornoldi, C. (2018a). Pragmatics of language and theory of mind in children with dyslexia with associated language difficulties or nonverbal learning disabilities. *Applied Neuropsychology: Child*, 7(3), 245–256. <https://doi.org/10.1080/21622965.2017.1297946>
- Cardillo, R., Menazza, C., & Mammarella, I. C. (2018b). Visuoconstructive abilities and visuospatial memory in autism spectrum disorder without intellectual disability: Is the role of local bias specific to the cognitive domain tested? *Neuropsychology*, 32(7), 822–834. <https://doi.org/10.1037/neu0000472>
- Cardillo, R., Mammarella, I. C., Demurie, E., Giofrè, D., & Roeyers, H. (2020a). Pragmatic Language in Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder: Do Theory of Mind and Executive Functions Have a Mediating Role? *Autism Research*. <https://doi.org/10.1002/aur.2423>
- Cardillo, R., Vio, C., & Mammarella, I. C. (2020b). A comparison of local-global visuospatial processing in autism spectrum disorder, nonverbal learning disability, ADHD and typical development. *Research in Developmental Disabilities*, 103, 103682. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103682>
- Cardillo, R., Erbi, C., & Mammarella, I. C. (2020c). Spatial Perspective-Taking in Children With Autism Spectrum Disorders: The Predictive Role of Visuospatial and Motor Abilities. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00208>
- Cardillo, R., Lievore, R., & Mammarella, I. C. (2022). Do children with and without autism spectrum disorder use different visuospatial processing skills to perform the Rey–Osterrieth complex figure test? *Autism Research*, aur.2717. <https://doi.org/10.1002/aur.2717>
- Caron, M.-J., Mottron, L., Berthiaume, C., & Dawson, M. (2006). Cognitive mechanisms, specificity and neural underpinnings of visuospatial peaks in autism. *Brain*, 129(7), 1789–1802. <https://doi.org/10.1093/brain/awl072>
- Chevallier, C., Grèzes, J., Molesworth, C., Berthoz, S., & Happé, F. (2012). Brief Report: Selective Social Anhedonia in High Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(7), 1504–1509. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1364-0>
- Chow, D., & Skuy, M. (1999). Simultaneous and Successive Cognitive Processing in Children with Nonverbal Learning Disabilities. *School Psychology International*, 20(2), 219–231. <https://doi.org/10.1177/0143034399202005>
- Corbett, B. A., Schwartzman, J. M., Libsack, E. J., Muscatello, R. A., Lerner, M. D., Simmons, G. L., & White, S. W. (2021). Camouflaging in Autism: Examining Sex-Based and Compensatory Models in Social Cognition and Communication. *Autism Research*, 14(1), 127–142. <https://doi.org/10.1002/aur.2440>
- Cornoldi, C., Mammarella, I. C., & Fine, J. G. (2016). *Nonverbal Learning Disabilities*. Guilford Publications.
- Costescu, C., Rosan, A., Brigitta, N., Hathazi, A., Kovari, A., Katona, J., Demeter, R., Heldal, I., Helgesen, C., Thill, S., & Efrem, I. (2019). Assessing Visual Attention in Children Using GP3 Eye Tracker. 2019 10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), 343–348. <https://doi.org/10.1109/CogInfoCom47531.2019.9089995>
- Crick, N. R., & Dodge, K. A. (1994). A review and reformulation of social information-processing mechanisms in children's social adjustment. *Psychological Bulletin*, 115(1), 74–101. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.115.1.74>
- Drummond, C. R., Ahmad, S. A., & Rourke, B. P. (2005). Rules for the classification of younger children with nonverbal learning disabilities and basic phonological processing disabilities. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 20(2), 171–182. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.05.001>
- Durand, M. (2005). Is there a fine motor skill deficit in nonverbal learning disabilities? *Educational and Child Psychology*, 22, 90–99.
- Ferrara, M., Camia, M., Cecere, V., Villata, V., Vivenzio, N., Scorza, M., & Padovani, R. (2020). Language and Pragmatics Across Neurodevelopmental Disorders: An Investigation Using the Italian Version of CCC-2. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04358-6>
- Fine, J. G., Musielak, K. A., & Semrud-Clikeman, M. (2014). Smaller splenium in children with nonverbal learning disability compared to controls, high-functioning autism and ADHD. *Child Neuropsychology*, 20(6), 641–661. <https://doi.org/10.1080/09297049.2013.854763>



- Finke, E. H. (2016). Friendship: Operationalizing the Intangible to Improve Friendship-Based Outcomes for Individuals With Autism Spectrum Disorder. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 25(4), 654–663. [https://doi.org/10.1044/2016\\_AJSLP-15-0042](https://doi.org/10.1044/2016_AJSLP-15-0042)
- Fisher, P. W., Reyes-Portillo, J. A., Riddle, M. A., & Litwin, H. D. (2022). Systematic Review: Nonverbal Learning Disability. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 61(2), 159–186. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2021.04.003>
- Gowen, E., & Hamilton, A. (2013). Motor Abilities in Autism: A Review Using a Computational Context. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(2), 323–344. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1574-0>
- Granieri, J. E., McNair, M. L., Gerber, A. H., Reifler, R. F., & Lerner, M. D. (2020). Atypical social communication is associated with positive initial impressions among peers with autism spectrum disorder. *Autism*, 24(7), 1841–1848. <https://doi.org/10.1177/1362361320924906>
- Gross-Tsur, V., Shalev, R. S., Manor, O., & Amir, N. (1995). Developmental Right-Hemisphere Syndrome: Clinical Spectrum of the Nonverbal Learning Disability. *Journal of Learning Disabilities*, 28(2), 80–86. <https://doi.org/10.1177/002221949502800202>
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175–191. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2003.12.001>
- Hochhauser, M., Wagner, M., & Shvalb, N. (2021). Assessment of children’s writing features: A pilot method study of pen-grip kinetics and writing surface pressure. *Assistive Technology*, 0(0), 1–9. <https://doi.org/10.1080/10400435.2021.1956640>
- Hooper, S. R., Poon, K. K., Marcus, L., & Fine, C. (2006). Neuropsychological Characteristics of School-Age Children with High-Functioning Autism: Performance on the Nepsy. *Child Neuropsychology*, 12(4–5), 299–305. <https://doi.org/10.1080/09297040600737984>
- Hubbard, E. M., Piazza, M., Pinel, P., & Dehaene, S. (2005). Interactions between number and space in parietal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(6), 435–448. <https://doi.org/10.1038/nrn1684>
- Isola, L., Romano, G., & Mancini, F. (2016). *Psicoterapia cognitiva dell’infanzia e dell’adolescenza [Cognitive psychotherapy of childhood and adolescence]*. F. Angeli.
- Jahromi, L. B., Meek, S. E., & Ober-Reynolds, S. (2012). Emotion regulation in the context of frustration in children with high functioning autism and their typical peers. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(12), 1250–1258. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2012.02560>
- Johnson, D. J., & Myklebust, H. R. (1967). *Learning Disabilities; Educational Principles and Practices*.
- Kaltner, S., & Jansen, P. (2014). Mental rotation and motor performance in children with developmental dyslexia. *Research in Developmental Disabilities*, 35(3), 741–754. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.10.003>
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous child*, 2(3), 217–250.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2007). *A Developmental NEUROPSYCHOLOGICAL Assessment—Second Edition (NEPSY-II)*. The Psychological Corporation.
- Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). A dissociation between object manipulation spatial ability and spatial orientation ability. *Memory & Cognition*, 29(5), 745–756. <https://doi.org/10.3758/BF03200477>
- Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P. C., Risi, S., Luyster, R. J., Gotham, K., Bishop, S. L., & Guthrie, W. (2012). *Autism Diagnostic Observation Schedule- Second Edition (ADOS-2)*. WPS Publishing.
- Mammarella, I. C., Cornoldi, C., Pazzaglia, F., Toso, C., Grimoldi, M., & Vio, C. (2006). Evidence for a double dissociation between spatial-simultaneous and spatial-sequential working memory in visuospatial (nonverbal) learning disabled children. *Brain and Cognition*, 62(1), 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.03.007>
- Mammarella, I. C., Toso, C., Pazzaglia, F., & Cornoldi, C. (2008). BVS-Corsi: Batteria per la valutazione della memoria visiva e spaziale [BVS-Corsi: Battery for the assessment of visual and spatial working memory]. Erickson.
- Mammarella, I. C., Meneghetti, C., Pazzaglia, F., Gitti, F., Gomez, C., & Cornoldi, C. (2009). Representation of survey and route spatial descriptions in children with nonverbal (visuospatial) learning disabilities. *Brain and Cognition*, 71(2), 173–179. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.05.003>



- Mammarella, I. C., Lucangeli, D., & Cornoldi, C. (2010). Spatial Working Memory and Arithmetic Deficits in Children With Nonverbal Learning Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 43(5), 455–468. <https://doi.org/10.1177/0022219409355482>
- Mammarella, I. C., & Pazzaglia, F. (2010). Visual Perception and Memory Impairments in Children at Risk of Nonverbal Learning Disabilities. *Child Neuropsychology*, 16(6), 564–576. <https://doi.org/10.1080/09297049.2010.485125>
- Mammarella, I. C., Bomba, M., Caviola, S., Broggi, F., Neri, F., Lucangeli, D., & Nacinovich, R. (2013a). Mathematical Difficulties in Nonverbal Learning Disability or Co-Morbid Dyscalculia and Dyslexia. *Developmental Neuropsychology*, 38(6), 418–432. <https://doi.org/10.1080/87565641.2013.817583>
- Mammarella, I. C., Giofrè, D., Ferrara, R., & Cornoldi, C. (2013b). Intuitive geometry and visuospatial working memory in children showing symptoms of nonverbal learning disabilities. *Child Neuropsychology*, 19(3), 235–249. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.640931>
- Mammarella, I. C., & Cornoldi, C. (2014). An analysis of the criteria used to diagnose children with Nonverbal Learning Disability (NLD). *Child Neuropsychology*, 20(3), 255–280. <https://doi.org/10.1080/09297049.2013.796920>
- Mammarella, I. C., Ghisi, M., Bomba, M., Bottesi, G., Caviola, S., Broggi, F., & Nacinovich, R. (2016). Anxiety and Depression in Children With Nonverbal Learning Disabilities, Reading Disabilities, or Typical Development. *Journal of Learning Disabilities*, 49(2), 130–139. <https://doi.org/10.1177/0022219414529336>
- Mammarella, I. C., Cardillo, R., & Zoccante, L. (2019a). Differences in visuospatial processing in individuals with nonverbal learning disability or autism spectrum disorder without intellectual disability. *Neuropsychology*, 33(1), 123–134. <https://doi.org/10.1037/neu0000492>
- Mammarella, I. C., Cardillo, R., & Caviola, S. (2019b). La memoria di lavoro nei disturbi del neurosviluppo: Dalle evidenze scientifiche alle applicazioni cliniche ed educative [Working memory in neurodevelopmental disorders: From scientific evidence to clinical and educational practices]. Franco Angeli.
- Mammarella, I. C. (2020). The Importance of Defining Shared Criteria for the Diagnosis of Nonverbal Learning Disability. *JAMA Network Open*, 3(4), e202559–e202559. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.2559>
- Mammarella, I. C., & Cornoldi, C. (2020). Nonverbal learning disability (developmental visuospatial disorder). In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 174, pagg. 83–91). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64148-9.00007-7>
- Mammarella, I. C., Cardillo, R., & Broitman, J. (2021). *Understanding Non-Verbal Learning Disability: A guide to symptoms, management and treatment*. ROUTLEDGE.
- Mammarella, I. C., Cardillo, R., & Semrud-Clikeman, M. (2022). Do comorbid symptoms discriminate between autism spectrum disorder, ADHD and nonverbal learning disability? *Research in Developmental Disabilities*, 126, 104242. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2022.104242>
- Margolis, A. E., Pagliaccio, D., Thomas, L., Banker, S., & Marsh, R. (2019). Salience network connectivity and social processing in children with nonverbal learning disability or autism spectrum disorder. *Neuropsychology*, 33, 135–143. <https://doi.org/10.1037/neu0000494>
- Mendelson, J. L., Gates, J. A., & Lerner, M. D. (2016). Friendship in school-age boys with autism spectrum disorders: A meta-analytic summary and developmental, process-based model. *Psychological Bulletin*, 142(6), 601–622. <https://doi.org/10.1037/bul0000041>
- Muth, A., Hönekopp, J., & Falter, C. M. (2014). Visuo-Spatial Performance in Autism: A Meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(12), 3245–3263. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2188-5>
- Narzisi, A., Muratori, F., Calderoni, S., Fabbro, F., & Urgesi, C. (2013). Neuropsychological Profile in High Functioning Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(8), 1895–1909. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1736-0>
- Papagno, C., & Conson, M. (2017). Deficit visuo-spaziali e visuo-costruttivi in età evolutiva [Visuospatial and visuoconstructive deficits in developmental age]. In S. Vicari & M. C. Caselli, *Neuropsicologia dell'età evolutiva*. il Mulino.
- Pearson, A., Marsh, L., Ropar, D., & Hamilton, A. (2016). Cognitive Mechanisms underlying visual perspective taking in typical and ASC children: Cognitive mechanisms of perspective taking. *Autism Research*, 9(1), 121–130. <https://doi.org/10.1002/aur.1501>

- Pearson, A., Ropar, D., & Hamilton, A. (2013). A review of visual perspective taking in autism spectrum disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 652. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00652>
- Petti, V. L., Voelker, S. L., Shore, D. L., & Hayman-Abello, S. E. (2003). Perception of nonverbal emotion cues by children with nonverbal learning disabilities. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 15(1), 23–36. <https://doi.org/10.1023/A:1021400203453>
- Rey, A. (1983). *Reattivo della figura complessa [Rey Complex Figure Test]* (S. Di Nuovo, A c. Di). Giunti O.S.
- Roman, M. A. (1998). The syndrome of nonverbal learning disabilities: Clinical description and applied aspects. *Current Issues in Education*, 1(7), 1–20.
- Rourke, B. P. (1995). *Syndrome of Nonverbal Learning Disabilities: Neurodevelopmental Manifestations*. Guilford Press.
- Rutter, M., Le Coteur, A., & Lord, C. (2005). *ADI-R. Autism Diagnostic Interview- Revised*. Giunti O.S.
- Schaeffer, M. W., Rozek, C. S., Maloney, E. A., Berkowitz, T., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2021). Elementary school teachers' math anxiety and students' math learning: A large-scale replication. *Developmental Science*. <https://doi.org/10.1111/desc.13080>
- Semrud-Clikeman, M., & Glass, K. (2008). Comprehension of humor in children with nonverbal learning disabilities, reading disabilities, and without learning disabilities. *Annals of Dyslexia*, 58(2), 163–180. <https://doi.org/10.1007/s11881-008-0016-3>
- Semrud-Clikeman, M., Walkowiak, J., Wilkinson, A., & Portman Minne, E. (2010a). Direct and indirect measures of social perception, behavior, and emotional functioning in children with Asperger's disorder, nonverbal learning disability, or ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 38(4), 509–519. <https://doi.org/10.1007/s10802-009-9380-7>
- Semrud-Clikeman, M., Walkowiak, J., Wilkinson, A., & Christopher, G. (2010b). Neuropsychological Differences Among Children With Asperger Syndrome, Nonverbal Learning Disabilities, Attention Deficit Disorder, and Controls. *Developmental Neuropsychology*, 35(5), 582–600. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.494747>
- Semrud-Clikeman, M., Fine, J. G., Bledsoe, J., & Zhu, D. C. (2013). Magnetic resonance imaging volumetric findings in children with Asperger syndrome, nonverbal learning disability, or healthy controls. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 35(5), 540–550. <https://doi.org/10.1080/13803395.2013.795528>
- Semrud-Clikeman, M., Fine, J. G., & Bledsoe, J. (2014). Comparison among children with children with autism spectrum disorder, nonverbal learning disorder and typically developing children on measures of executive functioning. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(2), 331–342. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1871-2>
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science*, 171(3972), 701–703. <https://doi.org/10.1126/science.171.3972.701>
- The NVLD Project. (2022). DSM SUBMISSION UPDATE. [https://nvldproject.dm.networkforgood.com/emails/1892052?recipient\\_id=ntwbycsg56IsBdcJIt\\_7sQ|aWVzaGExMGVhc3RAZ21haWwuY29t](https://nvldproject.dm.networkforgood.com/emails/1892052?recipient_id=ntwbycsg56IsBdcJIt_7sQ|aWVzaGExMGVhc3RAZ21haWwuY29t)
- Tsai, C.-L., Wilson, P. H., & Wu, S. K. (2008). Role of visual-perceptual skills (non-motor) in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 27(4), 649–664. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.10.002>
- Vianello, R., & Mammarella, I. C. (2015). I disturbi dello spettro dell'autismo [Autism Spectrum Disorders]. In *Psicologia delle disabilità: Una prospettiva life span* (pag. 200). Edizioni Junior.
- Wang, Y., Zhang, Y., Liu, L., Cui, J., Wang, J., Shum, D. H. K., van Amelsvoort, T., & Chan, R. C. K. (2017). A Meta-Analysis of Working Memory Impairments in Autism Spectrum Disorders. *Neuropsychology Review*, 27(1), 46–61. <https://doi.org/10.1007/s11065-016-9336-y>
- Wechsler, D. (2012). *Wechsler's Intelligence Scale for Children- Fourth Edition (WISC-IV)*. The Psychological Corporation (Trad. it. A. Orsini, L. Pezzuti, & L. Picone, 2012).
- Wechsler, D. (2013). *Wechsler's Adult Intelligence Scale- Fourth Edition (WAIS-IV)*. NCS Pearson (Trad. it. A. Orsini & L. Pezzuti, 2013).
- Williams, D. L., Goldstein, G., Kojkowski, N., & Minshew, N. J. (2008). Do individuals with high functioning autism have the IQ profile associated with nonverbal learning disability? *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2(2), 353–361. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2007.08.005>

- Williams, D. L., Goldstein, G., & Minshew, N. J. (2006). The profile of memory function in children with autism. *Neuropsychology*, 20(1), 21–29. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.20.1.21>
- World Health Organization (WHO). (2018). *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-11)* (11th ed.). <https://icd.who.int/en>
- Worling, D. E., Humphries, T., & Tannock, R. (1999). Spatial and Emotional Aspects of Language Inferencing in Nonverbal Learning Disabilities. *Brain and Language*, 70(2), 220–239. <https://doi.org/10.1006/brln.1999.2156>
- Zinke, K., Fries, E., Altgassen, M., Kirschbaum, C., Dettenborn, L., & Kliegel, M. (2010). Visuospatial Short-Term Memory Explains Deficits in Tower Task Planning in High-Functioning Children with Autism Spectrum Disorder. *Child Neuropsychology*, 16(3), 229–241. <https://doi.org/10.1080/09297040903559648>