



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEL SISTEMA NERVOSO E  
DEL COMPORTAMENTO  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN PSICOLOGIA

Profili motori e socio-comunicativi in autismo:  
uno studio familiare

RELATORE:  
SARA MASCHERETTI

CORRELATORE INTERNO:  
SERENA LECCE

CORRELATORE ESTERNO:  
ALESSANDRO CRIPPA

Tesi di Laurea di  
Alice Borzelleca  
542692

Anno Accademico 24/25



“Pensò Alice e continuò: «Vorresti dirmi per dove debbo andare?»  
«Dipende molto dal luogo dove vuoi andare» – rispose lo Stregatto.  
«Poco m'importa dove...» – disse Alice.  
«Allora importa poco sapere per dove devi andare» – soggiunse il Gatto.  
«...purché giunga in qualche parte» – riprese Alice come per spiegarsi meglio.  
«Oh certo vi giungerai!» disse il Gatto «non hai che da camminare»  
Alice sentì che quegli aveva ragione”

Passi di “*Alice nel Paese delle Meraviglie*” – Lewis Carroll



# INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>INTRODUZIONE .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>CAPITOLO 1.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>IL DISTURBO DELLO SPETTRO AUTISTICO – UN DISTURBO<br/>DEL NEUROSVILUPPO .....</b>     | <b>7</b>  |
| 1.1 I Disturbi del Neurosviluppo.....  | 7         |
| 1.1.1 Introduzione ai disturbi del neurosviluppo (attraverso il DSM e<br>l'ICD).....     | 7         |
| 1.1.2 Presentazione clinica, comorbilità e prevalenza.....                               | 8         |
| 1.1.3 Fattori genetici, ambientali e interattivi nei disturbi del<br>neurosviluppo ..... | 11        |
| 1.2 Disturbo dello spettro autistico (ASD) .....   | 13        |
| 1.2.1 Definizione di autismo secondo il DSM-5 .....                                      | 13        |
| 1.2.2 Cenni storici sull'evoluzione del concetto di autismo.....                         | 14        |
| 1.2.3 Dal DSM-III al DSM-5.....  | 16        |
| 1.2.4 I criteri del DSM-5.....   | 21        |
| 1.2.5 Prevalenza.....  | 22        |
| 1.2.6 Eziologia .....  | 24        |
| 1.2.7 Basi cerebrali .....   | 26        |
| 1.2.8 Teorie cognitive dell'autismo .....  | 27        |
| <b>CAPITOLO 2.....</b>   | <b>31</b> |
| <b>LO SVILUPPO DEL MOVIMENTO NEL DISTURBO DELLO<br/>SPETTRO AUTISTICO .....</b>          | <b>31</b> |
| 2.1 Il movimento nello sviluppo .....  | 31        |
| 2.1.1 Evoluzione delle teorie sullo sviluppo motorio .....                               | 32        |
| 2.1.2 Le tappe dello sviluppo motorio nei bambini a sviluppo tipico<br>.....             | 34        |

|   |            |
|---|------------|
| 2.1.3 Movimento, cognizione e interazione sociale .....                                   | 37         |
| 2.2 Sviluppo motorio nel disturbo dello spettro autistico .....                           | 40         |
| 2.2.1 L'importanza di studiare le compromissioni motorie<br>nell'autismo .....            | 42         |
| 2.2.2 Disturbo della coordinazione motoria (DCD) .....                                    | 44         |
| 2.2.3 Associazione tra disturbo della coordinazione motoria e<br>autismo.....             | 46         |
| 2.2.4 Il processamento sensoriale nell'autismo e il legame con le<br>abilità motorie..... | 47         |
| 2.2.5 Aspetti "famigliari" delle difficoltà motorie in autismo.....                       | 50         |
| <b>CAPITOLO 3.....</b>  | <b>55</b>  |
| <b>PROFILI MOTORI E SOCIO-COMUNICATIVI IN AUTISMO:<br/>UNO STUDIO FAMILIARE .....</b>     | <b>55</b>  |
| 3.1 Materiali e metodi .....  | 55         |
| 3.1.1 Partecipanti .....  | 55         |
| 3.1.2 Strumenti.....  | 56         |
| 3.1.3 Analisi dei dati.....   | 64         |
| 3.2 Risultati .....   | 66         |
| .....   | 78         |
| 3.3 Discussione .....   | 78         |
| 3.4 Limiti e prospettive future.....  | 80         |
| 3.5 Conclusioni .....   | 81         |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>   | <b>83</b>  |
| <b>SITOGRAFIA.....</b>  | <b>108</b> |



## ABSTRACT

Il seguente lavoro propone di analizzare le competenze motorie nel disturbo dello spettro autistico (ASD), in particolare, esaminando la possibile presenza di pattern condivisi tra bambini autistici e i rispettivi genitori. Il campione, parte del progetto MovAUT dell'IRCCS "E. Medea", comprende bambini con autismo (ASD) e a sviluppo tipico (TD) ed i rispettivi genitori. Mediante Movement Assessment Battery for Children – Third Edition (MABC-3), sono state valutate le abilità motorie, mentre la Social Responsiveness Scale – Second Edition (SRS-2) è stata utilizzata come strumento per valutare le competenze socio-comunicative. Ulteriori strumenti sono stati impiegati come variabili di supporto nelle analisi statistiche, in particolare per la distinzione tra BAP+ e BAP-.

Le analisi, condotte con test t per campioni indipendenti o Mann-Whitney quando i presupposti parametrici non erano soddisfatti, e tramite coefficiente di correlazione intraclassa (ICC), hanno rivelato abilità motorie inferiori nei bambini ASD e una somiglianza intra-familiare nelle famiglie con tratti autistici (BAP+), suggerendo una possibile componente familiare nella variabilità dei profili motori associati all'autismo.

## ABSTRACT

The present study aims to analyze motor skills in the autism spectrum disorder (ASD), specifically examining the possibility of shared patterns existing between autistic children and their parents. The sample, part of the MovAUT project at IRCCS “E. Medea”, includes children with ASD and typically developing (TD) children, along with their respective parents. Motor abilities were assessed using the *Movement Assessment Battery for Children – Third Edition* (MABC-3), while the *Social Responsiveness Scale – Second Edition* (SRS-2) was employed to evaluate socio-communicative skills. Additional instruments were used as supporting variables in the statistical analyses, particularly to distinguish between BAP+ and BAP– groups.

The analyses, conducted through independent-sample *t*-tests (or Mann–Whitney tests when parametric assumptions were not met) and the intraclass correlation coefficient (ICC), revealed lower motor abilities in children with ASD and intra-familial similarity in families with autistic traits (BAP+), suggesting a possible familial component underlying the variability of motor profiles associated with autism.

## INTRODUZIONE

Solo negli ultimi decenni il focus della ricerca scientifica nei confronti dei disturbi del neurosviluppo (NDDs – *neurodevelopmental disorders*), e più nello specifico verso il disturbo dello spettro autistico (ASD, *Autism Spectrum Disorder*), ha mostrato un notevole incremento. Ad oggi l'autismo viene riconosciuto come un disturbo complesso e multifattoriale, inserito nella categoria dei disturbi del neurosviluppo, la cui sintomatologia principale indica compromissioni nella comunicazione ed interazione sociale, associate a comportamenti, interessi e attività ristretti e/o ripetitivi (American Psychiatric Association, 2014). Tali manifestazioni cliniche si distribuiscono lungo un continuum, di conseguenza, il termine *spettro* appare il più appropriato per descrivere la variabilità fenotipica della condizione. Con l'ultimo aggiornamento del DSM-5 le precedenti classificazioni diagnostiche sono state integrate in un'unica dimensione che favorisce il riconoscimento della complessità e dell'unicità dei profili clinici (Lai et al., 2013; Happé & Frith, 2020). Le ricerche attuali supportano l'ipotesi che l'eziologia dell'autismo derivi da una stretta interazione tra fattori genetici, biologici e ambientali (Woolfenden et al., 2022). Nonostante gli studiosi concordino sulla forte componente ereditaria, viene riconosciuto anche l'importante ruolo di fattori ambientali precoci e dei processi epigenetici (Frith & Happé, 2005; Shaw et al., 2014). Questa eterogeneità spiega l'elevata variabilità delle manifestazioni cliniche e le ricorrenti comorbilità con altri disturbi del neurosviluppo (Morris-Rosendahl & Crocq, 2020). Recenti studi epidemiologici ritengono che circa un bambino su cento riceva una diagnosi di autismo (OMS, 2023), mentre in Italia si stima una prevalenza di circa un bambino su settantasette, con un rapporto maschi-femmine di 4:1 (Istituto Superiore di Sanità, 2023).

Storicamente, le evidenze scientifiche sull'autismo si sono principalmente focalizzate sugli aspetti cognitivi e socio-comunicativi, trascurando per lungo tempo la dimensione motoria. Ciò nonostante, gli ultimi anni di ricerca hanno iniziato a riconoscere il ruolo delle competenze motorie come possibili manifestazioni precoci e trasversali al disturbo (Bhat, 2020a; Crippa et al., 2021). Si stima che circa l'80% dei bambini con autismo presenti difficoltà motorie di natura differente, spaziando da problemi di coordinazione e pianificazione del movimento fino ad anomalie nelle abilità motorie fini e grossolane (Mohd Nordin et al., 2021; Wang et al., 2022). Tali competenze motorie assumono un ruolo significativo nello sviluppo globale del bambino; difatti, il movimento permette di esplorare ed interagire con l'ambiente, di generare schemi cognitivi e di costruire rapporti sociali significativi (Adolph & Hoch, 2019; Leonard & Hill, 2014). Per questo le atipie motorie non rappresentano un indicatore marginale nel disturbo, ma potrebbero essere fortemente correlate ai suoi aspetti principali, nello specifico alle competenze sociali e comunicative (Wang et al., 2022). Alcuni studi longitudinali hanno evidenziato che alterazioni motorie possono emergere sin dai primi mesi di vita, precedendo le difficoltà socio-comunicative (Mohd Nordin et al., 2021; Capelli et al., 2024). Di conseguenza lo studio del movimento consente un progresso metodologico, in quanto favorisce lo studio di aspetti del funzionamento meno condizionati dalle capacità linguistiche e cognitive, rendendolo estremamente utile nelle ricerche condotte su bambini con deficit linguistici e cognitivi (Crippa et al., 2021).

Ulteriore sfera di indagine riguarda lo studio delle abilità senso-motorie e sociali nella sfera familiare. Diversi autori hanno avanzato l'ipotesi che nei familiari di primo grado possano manifestarsi in forma subclinica lievi tratti associati all'autismo, definendo il *Broader Autism Phenotype* (BAP) (Rubenstein & Chawla, 2018). In questo contesto, alcune ricerche recenti

hanno dimostrato che possono essere presenti lievi atipie nelle funzioni motorie e sensoriali nei genitori di bambini con ASD, proponendo l'idea di una possibile base ereditaria condivisa (Mosconi et al., 2010; Bojanek et al., 2025). Tale approccio familiare consente di studiare il disturbo in un'ottica intergenerazionale, fornendo una maggiore comprensione dei meccanismi di ereditarietà e delle vulnerabilità neurobiologiche condivise.

Alla luce di quanto presentato, il lavoro in esame ha l'obiettivo di approfondire la relazione tra profili motori e competenze socio-comunicative nel disturbo dello spettro autistico, impiegando un approccio familiare. Si propone di approfondire la potenziale componente familiare nelle caratteristiche senso-motorie e le modalità in cui esse si associano agli aspetti relazionali core del disturbo. Nello specifico, lo studio intende descrivere la somiglianza tra figli con autismo e genitori nei domini motorio e sociale, favorendo l'interpretazione delle relazioni tra capacità motorie, cognitive e sociali.

Il lavoro si struttura in tre capitoli. Nel **primo capitolo** vengono esaminati i disturbi del neurosviluppo, dedicando una maggiore attenzione al disturbo dello spettro autistico, ai criteri diagnostici, all'evoluzione storica e alle principali teorie cognitive. Il **secondo capitolo** approfondisce il tema dello sviluppo motorio, inizialmente dal punto di vista dello sviluppo tipico e procedendo con un'analisi delle difficoltà motorie osservabili nell'autismo, soffermandosi sulle relazioni tra movimento, cognizione e socialità, e di tali compromissioni in una prospettiva familiare. Infine, il **terzo capitolo** espone lo studio sperimentale, incluso nel progetto di ricerca *MovAUT* (IRCCS E. Medea), mirato a valutare i profili motori e socio-comunicativi in un campione familiare, destinato a individuare possibili associazioni tra caratteristiche motorie e relazionali.

L'elaborato intende promuovere un approfondimento sull'autismo come condizione complessa e interconnessa, in cui i domini motorio, cognitivo

e sociale si intrecciano reciprocamente, sottolineando la rilevanza di un approccio che comprenda non solo l'individuo, ma anche il contesto familiare in cui si sviluppa.

# CAPITOLO 1

## IL DISTURBO DELLO SPETTRO AUTISTICO – UN DISTURBO DEL NEUROSVILUPPO

### 1.1 I Disturbi del Neurosviluppo

#### 1.1.1 *Introduzione ai disturbi del neurosviluppo (attraverso il DSM e l'ICD)*

I disturbi del neurosviluppo (NDDs – *neurodevelopmental disorders*) si riferiscono a condizioni multifattoriali, con esordio durante le prime fasi dello sviluppo (American Psychiatric Association, 2014) e ampia variabilità clinica (Barthélémy, 2025), che perdurano durante tutta la vita dell'individuo (Francés et al., 2022; Mullin et al., 2013). Tra i disturbi del neurosviluppo rientrano molteplici condizioni quali: disabilità intellettiva (DI, *Intellectual Disability* - ID), disturbi specifici dell'apprendimento (DSA, *Specific Learning Disorders* – SLD), disturbi della comunicazione (*Communication Disorders*), disturbi motori (Motor Disorders) e disturbo dello spettro autistico (ASD, *Autism Spectrum Disorder*) (Mullin et al., 2013; Reiss, 2009).

Nel DSM-III (APA, 1980) compare per la prima volta la nozione “*disturbi dello sviluppo*” in riferimento alla categoria diagnostica che comprendeva il Disturbo dello Spettro Autistico<sup>1</sup> (Morris-Rosendahl & Crocq, 2020). Con l'introduzione della quarta edizione del manuale, viene presentato il

---

<sup>1</sup> Già nel 1820, German E. Berrios segnala un libro di Étienne Jean Georget (1795-1828), studente di Philippe Pinel (1745-1826) ed Jean-Étienne Esquirol (1772-1840), figure centrali della moderna nosologia psichiatrica orientata su sintomi mentali piuttosto che concetti umorali, nel quale si parla dei disturbi del neurosviluppo (Morris-Rosendahl & Crocq, 2020).

capitolo *“Disturbi solitamente diagnosticati per la prima volta nell’infanzia, nella fanciullezza o nell’adolescenza”* (Morris-Rosendahl & Crocq, 2020, p. 65), ma soltanto nel DSM-5 l’assunto in questione, viene formalmente incluso come gruppo nosografico<sup>2</sup> (Morris-Rosendahl & Crocq, 2020). Con l’ultima edizione del DSM si è cercato di inserire i disturbi neuroevolutivi all’interno di una classe eterogenea e dimensionale, abbandonando vecchie classificazioni categoriali (Francés et al., 2022).

In riferimento alla Classificazione Internazionale delle Malattie (ICD-11), nell’ultima revisione pubblicata dall’OMS, i disturbi del neurosviluppo acquisiscono un ruolo cardine, entrando a far parte del titolo del capitolo dedicato alla psichiatria: *“Disturbi mentali, comportamentali o del neurosviluppo”* (Morris-Rosendahl & Crocq, 2020). Attualmente, osserviamo come la classificazione delle sindromi neuroevolutive presente nell’ICD-11 non sia particolarmente differente da quella disponibile nel manuale pubblicato dall’American Psychiatric Association (Morris-Rosendahl & Crocq, 2020) che li definisce, come condizioni con esordio nel periodo dello sviluppo e che comportano difficoltà nel funzionamento del bambino (American Psychiatric Association, 2014).

### *1.1.2 Presentazione clinica, comorbidità e prevalenza*

Le alterazioni dello sviluppo si manifestano con un impatto rilevante sul normale funzionamento cerebrale (van Loo & Martens, 2007) che influenza le capacità cognitive, comunicative e/o motorie (Reiss, 2009), il comportamento, il rendimento scolastico, le interazioni sociali e l’esperienza vissuta del bambino (Astle et al., 2022; Homberg et al., 2016). Tutto ciò può determinare ritardi nello sviluppo di abilità adeguate per età,

---

<sup>2</sup> Il termine nosografico si riferisce allo studio descrittivo delle malattie e la loro conseguente classificazione (Treccani online, consultato il 21 luglio 2025)

nonché atipie qualitative o compromissioni funzionali in specifici ambiti evolutivi (Reiss, 2009). Questo, spesso, può comportare gravi problemi economici, emotivi e fisici, non solo per il soggetto coinvolto, ma anche per l'ambiente familiare e sociale che lo circonda (van Loo & Martens, 2007). Lo studio di Yang e colleghi (2022) sottolinea le forti probabilità che, in età adulta i bambini neurodivergenti possano sviluppare problemi psichiatrici che condizionano ulteriormente negativamente famiglia e società.

Attualmente, i NDDs vengono classificati in base alle manifestazioni cliniche (Mullin et al., 2013), per cui bambini che presentano una stessa etichetta diagnostica possono apparire differenti (Astle et al., 2022) sia in termini di gravità che per i domini funzionali specifici colpiti dal disturbo (Mullin et al., 2013; Reiss, 2009). Ciò può accadere a causa della natura imprevedibile e variabile dei danni cognitivi che possono insorgere durante la maturazione cerebrale o della maggiore vulnerabilità a fattori esterni come malnutrizione, traumi o infezioni (Reiss, 2009).

Grazie al lavoro clinico è possibile parlare di un'altra caratteristica essenziale della condizione in oggetto: una forte comorbilità (American Psychiatric Association, 2014; Morris-Rosendahl & Crocq, 2020), tale per cui, raramente, un disturbo del neurosviluppo si esprime singolarmente (Francés et al., 2022), ma al contrario, si presentano più disturbi in combinazione condividendo aspetti neuropsicologici e comportamentali (Barthélémy, 2025). Di conseguenza è possibile che, ad esempio, bambini con Disturbo dello Spettro Autistico, mostrino contemporaneamente disabilità intellettiva o disturbo della struttura del linguaggio – difficoltà nella comprensione e produzione corretta del linguaggio – mentre bambini con disturbo da deficit di attenzione e iperattività (DDAI, *Attention Deficit Hyperactivity Disorder* – ADHD) potrebbero presentare un disturbo specifico dell'apprendimento o un disturbo oppositivo provocatorio il

quale, si verifica soprattutto nelle manifestazioni combinate (American Psychiatric Association, 2014).

Oltre alla co-occorrenza, va però sottolineato che tutti i disturbi del neurosviluppo, inclusi nell'ultima versione del DSM, mostrano specificatori che aiutano nella descrizione del quadro clinico, quali l'età di esordio, il livello di gravità (American Psychiatric Association, 2014) e la possibile associazione con una condizione medica o genetica nota o a un fattore ambientale (Morris-Rosendahl & Crocq, 2020). Questo significa che tali fattori clinici possono influenzare l'eziologia del disturbo (American Psychiatric Association, 2014). Inoltre, talvolta, queste condizioni possono apparire inizialmente mascherate in alcuni soggetti, ma diventare clinicamente evidenti con l'età (Francés et al., 2022).

Si stima che circa il 10% dei bambini sia affetto da uno o più disturbi del neurosviluppo, con una conseguente necessità di supporto a scuola come in altri contesti di vita (Astle et al., 2022). Secondo la revisione sistematica di Barican et al. (2022), quasi 4 bambini su 100 presentano ADHD, mentre circa lo 0,4% presenta un disturbo dello spettro autistico. Il loro lavoro osserva inoltre che, oltre il 25% dei bambini con un disturbo del neurosviluppo, ne presenta almeno un altro associato per comorbidità (Barican et al., 2022). Secondo lo studio di Francés e colleghi, tali condizioni colpiscono circa il 15-20% della popolazione infantile, anche se si pensa che la reale prevalenza sia maggiore rispetto ai dati evidenziati (Francés et al., 2022). A supporto di questa tesi, anche uno studio del 2018 che ha analizzato la prevalenza dei NDDs negli Stati Uniti, sostiene che l'incidenza di questi sia in costante aumento e per questo è fondamentale un monitoraggio continuo della prevalenza tra bambini e adolescenti, per valutarne l'attuale carico di malattia e prevederne gli impatti futuri (Yang et al., 2022). In uno studio che analizza la prevalenza nelle popolazioni nordiche CAMHS (*Child and Adolescent Mental Health Service – Servizi*

*di Salute Mentale per l'Infanzia e l'Adolescenza*), emergono percentuali relative all'ADHD che oscillano tra il 20,8% e il 44,5%, mentre quelle riguardanti il disturbo dello spettro autistico sono comprese tra il 2,3% e il 10,3% (Hansen, Oerbeck, Skirbekk, Petrovski, & Kristensen, 2018). Inoltre, a differenza dei disturbi mentali comuni che presentano una prevalenza maggiore nelle donne (Tescic et al., 2019), i disturbi del neurosviluppo insorgono più frequentemente nei maschi (Morris-Rosendahl & Crocq, 2020). Per esempio, il disturbo da deficit di attenzione e iperattività presenta un rapporto di circa 2:1 nei bambini e di 1,6:1 negli adulti (American Psychiatric Association, 2014).

### *1.1.3 Fattori genetici, ambientali e interattivi nei disturbi del neurosviluppo*

Lo sviluppo del bambino inizia ancora prima della nascita e prosegue fino all'adolescenza e, per questo motivo, è possibile affermare che il neurosviluppo sia un percorso complesso, condizionato da numerose variabili che interagiscono reciprocamente (Barthélémy, 2025). Di conseguenza, ricerche recenti hanno evidenziato il ruolo fondamentale della componente genetica, in seguito alla scoperta di molteplici geni associati a tali disturbi (Barthélémy, 2025; Homberg et al., 2016). L'eziologia degli stessi però è spesso di difficile interpretazione, a causa della mancata scoperta di biomarcatori specifici e dell'elevata sovrapposizione sintomatologica tra i disturbi. A causa di ciò, le attuali classificazioni si basano prevalentemente sull'insieme di manifestazioni osservabili di un disturbo (Mullin et al., 2013). Diversi studi condotti su gemelli e famiglie hanno dimostrato un ruolo inconfutabile dei fattori genetici, pur senza aver individuato alcun gene specifico responsabile (van Loo & Martens, 2007). Homberg e colleghi (2016) osservano inoltre che alcuni disturbi del neurosviluppo, quali l'autismo o il deficit da attenzione

e iperattività, condividono somiglianze fenotipiche con disturbi psichiatrici maggiori, come schizofrenia, depressione o PTSD, suggerendo l'esistenza di un più ampio spettro neurobiologico ("NDD+").

Una seconda variabile eziologica è riscontrabile nei fattori ambientali e perinatali che possono aumentare la possibilità di incorrere in un disturbo del neurosviluppo, incidendo, in tal modo, sullo sviluppo cerebrale (Barthélémy, 2025). Secondo Woolfenden et al. (2022), diversi elementi materni durante la gravidanza, tra cui obesità, diabete gestazionale, stress o ansia, influenzano il rischio di sviluppare un disturbo del neurosviluppo di circa il 30–80%. Anche eventi perinatali come il parto prematuro, l'asfissia neonatale, le infezioni o i traumi cerebrali sono associati a un incremento del rischio (Woolfenden et al., 2022). Per esempio, Barthélémy (2025) sostiene che la prematurità può aumentare di circa dieci volte il rischio di sviluppare l'autismo, mentre l'esposizione prenatale ad agenti teratogeni, come l'alcol o sostanze stupefacenti, può determinare disturbi gravi come la Sindrome Feto-Alcolica (Homborg et al., 2016). Tuttavia, non bisogna sottovalutare l'impatto che hanno i fattori psicosociali, come povertà, traumi infantili, disfunzioni familiari e scarsa salute mentale della madre, che possono condizionare negativamente lo sviluppo neurologico del bambino (Woolfenden et al., 2022). Studi sugli animali confermano che lo stress materno in gravidanza agisce tramite meccanismi epigenetici, compromettendo la regolazione genica e aumentando l'infiammazione intrauterina (Woolfenden et al., 2022).

Dunque, è possibile affermare che l'eziologia dei disturbi del neurosviluppo si presenti come il risultato di una complessa interazione tra fattori genetici e ambientali, che non agiscono in modo isolato, ma confluiscono attraverso diversi meccanismi che modificano l'espressione dei geni (Woolfenden et al., 2022). Dati recenti indicano che la concomitanza di fattori genetici e ambientali aumenta considerevolmente

il rischio di insorgenza (Woolfenden et al., 2022). Inoltre, la condivisione di percorsi patogenetici tra più disturbi può determinare una sovrapposizione fenotipica che rende più difficile l'attribuzione dei sintomi a una singola causa (Woolfenden et al., 2022; Mullin et al., 2013).

## **1.2 Disturbo dello spettro autistico (ASD)**

### *1.2.1 Definizione di autismo secondo il DSM-5*

Oggetto di studio di questo elaborato sarà l'analisi del disturbo dello spettro autistico (ASD), da qui in avanti denominato anche autismo.

Il termine ha origine dalla parola greca *autos*, ossia "sé", che in ambito psichiatrico, descrive un individuo che non interagisce con la realtà circostante, ma che al contrario costruisce una vita interiore propria (Treccani online, consultato il 3 agosto 2025). Si tratta di un'alterazione dello sviluppo neuropsicologico con eziologia multifattoriale, classificato come disturbo del neurosviluppo all'interno del DSM-5 (American Psychiatric Association, 2014). È identificabile e diagnosticabile sin dalla prima infanzia, e accompagna l'individuo per tutta la vita, presentando una vasta gamma di manifestazioni e coincidendo spesso con altre condizioni psicopatologiche riconosciute nel manuale (Happé & Frith, 2020).

A partire dalla quinta edizione del DSM, i disturbi dello spettro autistico vengono raggruppati sotto questo nuovo nome; un importante passo avanti che, come vedremo anche in seguito, integra disturbi precedentemente considerati separati (American Psychiatric Association, 2014). I criteri diagnostici relativi all'autismo sono stati oggetto di importanti revisioni nei decenni di ricerca (Frith & Happé, 2005), generando ogni volta confronti tra i maggiori specialisti nel campo (Vivanti, 2013).

### 1.2.2 Cenni storici sull'evoluzione del concetto di autismo

Risalgono al 1943 studi fondamentali nel campo dell'autismo dello psichiatra Leo Kanner, che nel famoso articolo intitolato “*Autistic Disturbances of Affective Contact*” (Sasson et al., 2011), riferì di undici bambini, di cui otto maschi e tre femmine (Zappella, 2018) aventi peculiari caratteristiche identificate come “*disturbi autistici congeniti del contatto affettivo*” (Rosen et al., 2021), quali desiderio ossessivo di immutabilità e routine<sup>3</sup>, isolamento sociale e difficoltà nella relazione con gli altri (Mintz, 2017). Venne così coniato il termine “Autismo Infantile” (Baron-Cohen, 2015) e riconosciuta la scoperta del disturbo a Kanner, che identificò molte delle caratteristiche ancora oggi evidenti nei soggetti autistici (Rosen et al., 2021).

Tuttavia, già tra il 1700 e il 1800, diversi ricercatori prima di Kanner osservarono tali caratteristiche in bambini verosimilmente autistici. Un esempio è il caso dei bambini selvaggi, forse abbandonati o scappati dai propri genitori (Rosen et al., 2021). Particolarmente conosciuta è la storia di Victor, osservato e descritto da Jean-Marc Gaspard Itard<sup>4</sup>; il bambino di circa 12 anni, ritrovato nei boschi dell'Aveyron che, dopo aver vissuto per anni in isolamento e in uno stato selvaggio, presentava difficoltà comunicative con i propri simili (Prato, 2012).

Altro importante contributo arriva nel 1944 da Hans Asperger, pediatra viennese (Mintz, 2017) che narrò di un gruppo di cinque bambini aventi marcate difficoltà sociali (Rosen et al., 2021), scarso contatto visivo, interessi insoliti e circoscritti, ma buone capacità verbali pur peculiari (Happé & Frith, 2020). La Sindrome di Asperger è stata inclusa nell'ICD-

---

<sup>3</sup> Resistenza al cambiamento e ripetitività comprendevano movimenti stereotipati come dondolio del corpo e battito delle mani (Rosen et al., 2021).

<sup>4</sup> Jean-Marc Gaspard Itard (Oraison 1775-Parigi 1838), allievo di Pinel, è ritenuto il fondatore della Pedagogia Speciale. Prende in carico Victor, il bambino selvaggio, nel 1799.

10 (Happé & Frith, 2020) e inserita come sottotipo dei disturbi pervasivi dello sviluppo nel DSM-IV, ma rimossa successivamente nel DSM-5 (Mintz, 2017). La principale differenza con l'autismo descritto da Kanner risiedeva nell'assenza di un ritardo cognitivo o un ritardo generale nel linguaggio (Happé & Frith, 2020).

Sia Kanner che Asperger hanno contribuito in modo unico alla comprensione odierna del disturbo (Rosen et al., 2021), differenziandolo dalla schizofrenia infantile e dalle disabilità intellettive (Mintz, 2017) e osservando bambini non in grado di stabilire normali relazioni affettive con le persone, e con peculiarità linguistiche (Kumbier et al., 2010). Da un lato Kanner considerava l'autismo una manifestazione dello sviluppo, dall'altro Asperger notava come tali comportamenti presentassero somiglianze con un disturbo di personalità e gli stessi fossero presenti prevalentemente nella figura genitoriale maschile (Rosen et al., 2021). Entrambi, inconsapevolmente l'uno dall'altro, scelsero il termine "autismo", coniato nel 1911 da Eugen Bleuler, che lo utilizzò per descrivere il ritiro sociale nei soggetti con schizofrenia (Sasson et al., 2011). Tuttavia, prima ancora che la definizione di Bleuler venisse proposta, inconsapevolmente, già si parlava di autismo. Infatti, come spiega Zappella (2018) nel 1887 John Langdon Down, conosciuto per aver descritto il "*mongolismo*", descriveva i "*developmental delays*", ossia soggetti con difficoltà relazionali e sociali, peculiarità linguistiche e uno sviluppo iniziale adeguato successivamente interrotto.

Tra gli anni '50 e '60, a seguito delle pubblicazioni di Kanner e Asperger, si consolida la convinzione che l'insorgenza dell'autismo infantile fosse causato dalle cosiddette "*madri frigorifero*", che con un atteggiamento emotivamente freddo e distante (Mintz, 2017) causavano disfunzioni nel rapporto madre-bambino (Zappella, 2018). Tuttavia, tale teoria proposta da Bettelheim venne sconfessata con l'individuazione di una marcata

componente genetica nell'autismo, che evidenziò invece un'origine biologica (Rosen et al., 2021). Ciò spinse a nuovi approcci nello studio e nella diagnosi dell'autismo grazie alle nuove linee di pensiero emerse negli anni '70. Le prime teorie sull'origine dell'autismo, pertanto, vennero smentite, aprendo la strada a modelli più espliciti nell'individuazione del disturbo. Grazie ad esse, l'autismo è stato inserito per la prima volta nel DSM-III (Rosen et al., 2021).

### *1.2.3 Dal DSM-III al DSM-5*

Negli anni '40 l'autismo era comunemente considerato come una manifestazione di schizofrenia infantile (Mintz, 2017; Wolff, 2004), il che ha comportato una sovrapposizione diagnostica tra i due disturbi, fin dalla prima edizione del DSM pubblicata nel 1952 (Sasson et al., 2011). Con la seconda edizione del Manuale ancora veniva evidenziato come la schizofrenia infantile potesse presentarsi con manifestazioni comportamentali di tipo autistico, atipico e ritirato (Sasson et al., 2011). Nel 1980, con la pubblicazione del DSM-III, grazie anche all'incremento delle ricerche, fu chiaro che schizofrenia e autismo fossero due condizioni separate e autonome (Sasson et al., 2011). Infine, determinante per la comprensione di tale conclusione, fu il contributo di Michael Rutter, che rilevò diverse variabili chiave che permettevano la distinzione di schizofrenia e autismo; in seguito, anche il lavoro di Israel Kolvin segnalò che i due disturbi presentavano età di insorgenza differenti e traiettorie evolutive indipendenti (Sasson et al., 2011). Questo fu un passaggio chiave per stabilire un'autonomia tra le due condizioni (Sasson et al., 2011). Tuttavia, nonostante i passi avanti nella ricerca, negli anni '80 ancora si pensava che un bambino poco socievole fosse autistico (Happé & Frith, 2020), il che comportava diagnosi errate frequenti e l'abbandono di questi bambini mal diagnosticati in istituti psichiatrici (Mintz, 2017).

Come brevemente accennato precedentemente, il concetto di autismo compare per la prima volta nel 1980 con la pubblicazione della terza edizione del Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali, in cui viene introdotta la denominazione di “Autismo Infantile” (Happé & Frith, 2020) come categoria diagnostica distinta (Rosen et al., 2021); da questo momento tale dicitura è stata mantenuta in ogni edizione successiva (Rosen et al., 2021). Nel DSM-III l’autismo e i disturbi correlati vengono raggruppati in una nuova classe di condizioni prive di storie pregresse (Volkmar & Reichow, 2013): i Disturbi Pervasivi dello Sviluppo (DPS – *Pervasive Developmental Disorders*, PDD) (Volkmar, Cicchetti, Bregman & Cohen, 1992a). Coerentemente con la descrizione del disturbo di Kanner, i criteri delineavano una compromissione nell’area relazionale e sociale (Rosen et al., 2021). All’interno dei PDD viene incluso anche l’autismo infantile, che, a questo punto, risulta distinto dalla schizofrenia infantile, inserita invece nelle stesse categorie dedicate alla schizofrenia dell’adulto (DeMyer et al., 1981). L’incremento degli studi nel campo dell’autismo ha chiarito che quest’ultimo non rimane stabile nel tempo, ma si modifica con lo sviluppo dell’individuo (Rosen et al., 2021). Tuttavia, la definizione proposta dal DSM-III si focalizzava principalmente sull’autismo infantile e, di conseguenza, l’evoluzione dei sintomi durante lo sviluppo non veniva sufficientemente affrontata (Volkmar & Reichow, 2013). Per questo motivo tra i Disturbi Pervasivi dello Sviluppo venne incluso il termine diagnostico “autismo infantile residuo” che indicava quei casi che in età infantile soddisfacevano i criteri necessari per la diagnosi, ma non più in età adolescenziale e adulta (Rosen et al., 2021). Un’altra categoria diagnostica, con il corrispondente stato residuo, venne introdotta per descrivere invece quei bambini che inizialmente mostravano uno sviluppo normale, ma che successivamente presentavano sintomi riconducibili all’autismo (Rosen et al., 2021). Infine, come in tutte le categorie del DSM-III, fu incluso un concetto di “soglia

inferiore” (PDD atipico) per descrivere quei casi in cui non venivano soddisfatti i criteri per un disturbo pervasivo dello sviluppo specifico ma, il quadro clinico appariva comunque come appartenente alla classe in questione (Rosen et al., 2021).

Nonostante i passi avanti con la pubblicazione del DSM-III, presto emersero i primi problemi dovuti alla classificazione diagnostica. Tra questi individuammo la definizione monotetica del disturbo che richiedeva la soddisfazione di tutti i criteri per la formulazione della diagnosi, il che rendeva il tutto poco flessibile (Rosen et al., 2021).

Con il passaggio al DSM-III-R vennero apportati importanti cambiamenti (Rosen et al., 2021; Waterhouse et al., 1992) come la transizione da “autismo infantile” a “disturbo autistico”, utile a rendere il metodo diagnostico più versatile e mirato allo stadio evolutivo (Rosen et al., 2021). Con tale revisione, si è voluto integrare dei criteri con un approccio più esteso e focalizzato sullo sviluppo, in modo da considerare l’intero spettro della disfunzione, tenendo conto sia dell’età cronologica che del funzionamento del paziente (Volkmar et al., 1992b). Furono quindi stabiliti 16 criteri specifici suddivisibili in 3 aree: (1) difficoltà nelle interazioni sociali, (2) deficit comunicativi, (3) interessi limitati, rigidità comportamentale e movimenti ripetitivi (Rosen et al., 2021; Volkmar et al., 1992b). Altro importante cambiamento è dovuto alla rimozione della voce “disturbo pervasivo dello sviluppo con esordio infantile” e del requisito che richiedeva un esordio prima dei 30 mesi per una diagnosi di autismo (Waterhouse et al., 1992). Grazie alla rivisitazione del DSM-III i parametri furono ridefiniti in base allo sviluppo e strutturati in modo più dettagliato (Waterhouse et al., 1992); per cui, secondo l’approccio del DSM-III-R, la diagnosi di disturbo autistico necessitava di almeno otto criteri positivi, di cui due relativi all’area sociale e almeno uno proveniente dagli altri due domini (Rosen et al., 2021). La revisione è stata sviluppata con l’obiettivo

di tenere conto dello sviluppo e delle fasi evolutive, in modo da rendere l'approccio clinico più flessibile (Volkmar et al., 1992b). Il sottogruppo "residuale" o "sotto-soglia" fu etichettato come disturbo pervasivo dello sviluppo non altrimenti specificato (PDD-NOS) e non furono aggiunte ulteriori condizioni nella categoria dei disturbi pervasivi dello sviluppo. Tuttavia, ricerche successive evidenziarono come il concetto proposto dei PDD fosse stato sovradimensionato (Rosen et al., 2021). Infine, sono state definite le condizioni attraverso cui è possibile assegnare una diagnosi combinata di schizofrenia e autismo, considerando anche i confini diagnostici tra disturbo autistico, disturbi pervasivi dello sviluppo e altre condizioni, quali ritardo mentale o disturbo schizotipico (Waterhouse et al., 1992).

Nel 1994 avviene la pubblicazione del DSM-IV, in cui vengono inseriti i disturbi pervasivi dello sviluppo, dove troviamo: il disturbo autistico, la sindrome di Asperger, il disturbo pervasivo dello sviluppo non altrimenti specificato (PDD-NOS), la sindrome di Rett e il disturbo disintegrativo della fanciullezza (Grzadzinski, Huerta, & Lord, 2013).

In questa edizione per la diagnosi dei PDDs viene proposto un sistema multicategoriale, che però, ben presto, ha suscitato difficoltà nella diagnosi. Grzadzinski e colleghi (2013) sottolineano come molte ricerche abbiano rilevato difficoltà nell'assegnazione dei vari sottotipi diagnostici utilizzando i criteri del DSM-IV, tanto che professionisti differenti potevano formulare diagnosi distinte pur osservando gli stessi sintomi. Tale somiglianza tra i disturbi proposti nella classe dei PDDs, rendeva ancora più complessa la distinzione, tanto che un bambino con diagnosi di Asperger poteva presentare comportamenti indistinguibili da un bambino con autismo classico. Per questi motivi, non era possibile prevedere in che modo il disturbo si sarebbe evoluto nel corso dello sviluppo sociale, cognitivo e funzionale.

La pubblicazione del DSM-5 segna una svolta nella concettualizzazione dell'autismo, passando da un approccio multicategoriale ad una diagnosi unica multidimensionale (Rosen et al., 2021; Tanguay, 2011), in cui vengono raggruppate tutte le vecchie sottocategorie nel Disturbo dello Spettro Autistico (Bennett et al., 2016; Lai et al., 2013). La triade sintomatica viene sostituita da una diade, per cui le difficoltà relazionali e comunicative vengono raggruppate in un unico dominio definito "deficit nella comunicazione e interazione sociale" insieme al dominio relativo a "interessi e comportamenti ristretti e ripetitivi" (Lai et al., 2013; Tanguay, 2011); a questo punto, per poter formulare una diagnosi è necessario che entrambi i criteri siano soddisfatti (Grzadzinski et al., 2013). Una scala di gravità, inoltre, permette di cogliere le diverse manifestazioni del disturbo, definite "spettro" (Lai et al., 2013). L'eliminazione del requisito che richiedeva un ritardo nel linguaggio o l'assenza totale dello sviluppo di quest'ultimo, segna un importante cambiamento. Studi evidenziano che questa condizione non è esclusiva o onnipresente, per cui una persona può ricevere diagnosi di autismo sia con disturbo del linguaggio che senza (Lai et al., 2013; Tanguay, 2011). Nella quinta edizione del manuale vengono introdotti criteri più specifici relativi all'età di esordio. I sintomi emergono durante la prima infanzia, ma possono manifestarsi a pieno quando le richieste sociali superano le capacità dell'individuo di affrontarle (Grzadzinski et al., 2013). Queste modifiche mirano ad aiutare i professionisti nella diagnosi, difatti, secondo alcuni studi, tali criteri hanno ridotto i falsi positivi, a discapito però di una lieve diminuzione della sensibilità (Lai et al., 2013) per cui, alcuni casi potrebbero non essere individuati. Il DSM-5 non utilizza più sottogruppi, ma suggerisce l'utilizzo di "specificatori" per registrare la gravità dei sintomi, le capacità linguistiche e cognitive, l'età e altre eventuali condizioni genetiche, mediche o ambientali. Sembra che l'uso di questi ultimi rappresenti un arricchimento significativo per la diagnosi (Lai et al., 2013).

## *1.2 4 I criteri del DSM-5*

Nel 2013 l'American Psychiatric Association pubblica negli USA la quinta edizione del Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali, e un anno dopo, nel 2014 viene presentata anche in Italia. In questa nuova stampa vengono mostrati i criteri aggiornati che devono essere soddisfatti per poter formulare una diagnosi di autismo (APA, 2014).

Ai fini della valutazione clinica, si considerano le seguenti linee guida: compromissioni nell'interazione e comunicazione sociale in più contesti, quali difficoltà nelle connessioni interpersonali o nel riconoscimento di dinamiche relazionali (**criterio A**) (APA, 2014; Happé & Frith, 2020), comportamenti, aree di interesse e attività circoscritti e stereotipati, per esempio, uso ripetitivo di oggetti specifici e linguaggio iterativo (**criterio B**) (APA, 2014; Rosen et al., 2021). Per la prima volta vengono introdotti degli specificatori (Volkmar & McPartland, 2014), fondamentali per aiutare nella formulazione della diagnosi per cui, sotto i primi due criteri appena citati, viene richiesto al clinico di esprimere il livello di gravità dei sintomi, che consente in seguito di classificare il soggetto autistico in una scala da 1 a 3 in base al supporto necessario che va da "necessità di aiuto" a "necessità di aiuto consistente" (APA, 2014; Volkmar & McPartland, 2014). Questo processo permette di identificare le risorse e le criticità del paziente con autismo, consentendo al clinico di pianificare gli interventi di supporto più efficaci (Gardner et al., 2018). Il **criterio C** stabilisce che i sintomi possono presentarsi sin dalle prime fasi dello sviluppo, tanto che una diagnosi di autismo può essere formulata già tra i 18 e 24 mesi di età quando, tratti caratteristici, si discostano dallo sviluppo tipico. Tuttavia, questi potrebbero comparire più tardi, quando le richieste dell'ambiente diventano difficili da affrontare o quando il bambino non è più in grado di utilizzare strategie compensatorie adeguate (APA, 2014; Zeidan et al., 2022). Ai fini della diagnosi viene stabilito che i sintomi compromettano

significativamente il funzionamento del soggetto in più contesti, come le relazioni interpersonali, il lavoro, la vita familiare (**criterio D**) (APA, 2014). Infine, le alterazioni non devono essere meglio spiegate da una disabilità intellettiva che può presentarsi in concomitanza con il disturbo autistico, infatti, per questo motivo, è stato inserito lo specificatore che richiede di indicare se è presente o meno la condizione (**criterio E**) (APA, 2014). Ulteriori specificatori richiedono la segnalazione di eventuali difficoltà linguistiche, l'associazione ad una condizione medica o genetica nota o a fattori ambientali, la concomitanza di un altro disturbo del neurosviluppo, mentale o comportamentale, e la presenza o meno di catatonìa (APA, 2014). Ciò si rende necessario perché le manifestazioni dell'autismo sono molto variabili a seconda del livello di gravità, del livello di sviluppo e dall'età cronologica; per questo parliamo di "spettro dell'autismo". Il concetto è stato introdotto negli anni '70 grazie agli studi di Lorna Wing, che, prima ancora della pubblicazione del DSM-III, osservò come i sintomi variassero in base all'età e alle capacità individuali (Frith & Happé, 2005; Happé & Frith, 2020; Lai et al., 2013). Possiamo quindi desumere che i soggetti affetti da autismo sono molto diversi tra loro nella gravità e manifestazione dei sintomi, ma, nonostante questo, il disturbo si distingue per degli aspetti fondamentali riscontrabili in due aree: comunicazione sociale e comportamenti sensomotori ristretti e ripetitivi (Lai et al., 2013; Lord et al., 2018). Allo stesso tempo, l'idea di spettro potrebbe assumere un altro significato: sottolineare una continuità tra la popolazione generale e clinica (Lai et al., 2013).

### *1.2.5 Prevalenza*

Dalla prima descrizione di autismo infantile di Leo Kanner, nel 1943, ad oggi, l'incidenza globale della condizione in questione è cresciuta notevolmente negli ultimi cinquant'anni (Wang et al., 2025). Inizialmente

la letteratura scientifica riferiva di un disturbo dello spettro autistico molto raro (Rosen et al., 2021): negli anni '60 i dati stimavano circa 4 casi su 10.000 (Frith & Happé, 2005). All'epoca in cui la Wing formulò il concetto di spettro, si registrò una prevalenza di 22 soggetti colpiti su 10.000 nel suo studio sull'influenza del disturbo su bambini noti ai servizi per bisogni educativi speciali (Happé e Frith, 2020; Wing & Gould, 1979). Nel 2005, Frith e Happé riportano una propagazione della condizione che si aggira intorno ai 60 casi ogni 10.000 persone. Chiaramente, è da considerare che la prevalenza cambia nei diversi paesi (Currenti, 2010) e attualmente, secondo il DSM-5, negli Stati Uniti e in altri paesi, circa l'1% della popolazione è affetta da autismo con percentuali simili nei bambini e negli adulti (APA, 2014). Una revisione pubblicata nel 2022 conferma che, a seconda del paese analizzato, le stime di prevalenza variano notevolmente, con una media di 100 persone colpite ogni 10.000 (Zeidan et al., 2022). È plausibile che l'aumento delle diagnosi di autismo in Europa, come in America, sia avvenuto grazie all'avvento del DSM-5 e delle nuove ricerche nel campo che hanno permesso lo sviluppo di requisiti diagnostici più estesi e procedure di screening più affidabili con differenze attribuibili ad aspetti metodologici (Elsabbagh et al., 2012). Tale aumento della prevalenza dell'autismo può indicare un effettivo incremento dei casi, ma allo stesso tempo, il dato può essere influenzato da fattori quali: disuguaglianze culturali e socioeconomiche, differenze nei metodi di valutazione clinica e nelle procedure di screening, eterogeneità nei campioni osservati e nelle tecniche di acquisizione dei dati (Wang et al., 2025). La diffusione dell'autismo è stata analizzata prevalentemente nei paesi ad alto reddito, come gli Stati Uniti e le nazioni europee; tuttavia, la prevalenza del disturbo resta incerta in molti paesi e regioni a basso reddito (Wang et al., 2025). Negli Stati Uniti (2020) è stata registrata una prevalenza pari al 2,76% nei bambini di età compresa tra 0 e 8 anni (Wang et al., 2025). Questo significa che 1 bambino su 36 riceve diagnosi di

autismo, con un rapporto maschio-femmina di 3,8:1 (Wang et al., 2025). Nel 2017 la prevalenza complessiva del disturbo dello spettro autistico è stata stimata dell'1,23%, ed è risultata nettamente più alta nei maschi rispetto che nelle femmine, con un tasso di incidenza 4,5 volte maggiore nei primi (Pérez-Crespo et al., 2019). Tra il 2009 e 2017 è stato registrato un aumento dell'incidenza della diagnosi, che comunque rimane maggiore nei maschi (Pérez-Crespo et al., 2019). Diversi studi ipotizzano che le differenze di genere nella prevalenza dell'autismo potrebbero diminuire, considerando che le diagnosi femminili sono probabilmente sottostimate; questo, a causa di sintomi meno evidenti nelle femmine e di bias sociali che rendono difficile un riconoscimento precoce del disturbo (Wang et al., 2025)<sup>5</sup>.

Si osservano differenze diagnostiche anche in base alle fasce d'età; si verifica infatti un aumento della diagnosi durante lo sviluppo per cui, valori più alti, si stimano negli adolescenti piuttosto che nei bambini più piccoli (Pérez-Crespo et al., 2019). Ad oggi è riconosciuto che molti soggetti con disturbo dello spettro autistico possono vivere una vita indipendente e appagante, mentre altrettanti possono avere un impatto più severo della condizione (Elsabbagh et al., 2012).

### *1.2.6 Eziologia*

Negli ultimi decenni, grazie al crescente numero di ricerche, è stato possibile approfondire la comprensione del disturbo e accrescere la

---

<sup>5</sup> Le donne sono sempre state sottodiagnosticate rispetto agli uomini, difatti, già negli anni '80 il rapporto maschi-femmine, per la diagnosi di autismo, era di 4:1, mentre nella Sindrome di Asperger di 10:1. Le donne, pur essendo meno colpite, tendevano a manifestare sintomi più gravi quando diagnosticate, il che supportava l'idea di un effetto protettivo (Happé and Frith, 2020). Inoltre, visto il maggior numero di diagnosi nei maschi, sono nate teorie eziologiche, come la teoria del "cervello maschio estremo", stipulata da Baron-Cohen che individua nell'autismo un estremo del modello maschile, caratterizzato da una mancanza di empatia e una sistematizzazione intatta se non superiore alla media (Baron-Cohen, 2005). Tuttavia, queste ipotesi potrebbero riflettere i bias culturali del tempo che vedevano la donna meno performante dell'uomo.

consapevolezza di esso (Elsabbagh et al., 2012), infatti, Barthélémy, in un articolo pubblicato nel 2025, sostiene che attualmente l'ereditarietà dell'autismo si aggira intorno all'80%. Pur restando numerosi gli aspetti poco chiari, sono stati tanti i progressi nell'individuare le determinanti genetiche, biologiche, ambientali e dello sviluppo della condizione (Elsabbagh et al., 2012). In questo contesto, l'autismo è definibile come un disturbo multifattoriale, determinato da molteplici variabili, tra cui componenti ambientali e genetiche (Trachtman, 2008); tuttavia, i processi genetici e patogenetici alla base dell'autismo rimangono ancora sconosciuti (Wang et al., 2025).

L'autismo figura tra i disturbi più ereditabili: diversi studi evidenziano un rischio 50 volte maggiore di sviluppare la condizione nei fratelli di soggetti autistici rispetto la popolazione generale (Frith & Happé, 2005). Per questo motivo, si ipotizza che la componente genetica sia uno dei principali fattori causali del disturbo (Wing, 1997); ma, nonostante ciò, studi sui gemelli mostrano un contributo del 55% dei fattori ambientali, rispetto alla suscettibilità genetica che spiega solo il 37% (Shaw et al., 2014). In aggiunta, nei gemelli monozigoti si osserva una concordanza maggiore (Holanda et al., 2025) del 95,7%, a fronte del 23,5% riscontrato nei dizigoti (Trachtman, 2008).

Chiaramente, essendo il disturbo ad eziologia complessa, i fattori genetici non giustificano tutti i casi e, le determinanti ambientali, si influenzano reciprocamente con i geni incrementando la vulnerabilità individuale (Frith & Happé, 2005; Trachtman, 2008) e inducendo modificazioni epigenetiche nella prole (Wang et al., 2025).

Sono sempre di più gli studi che supportano l'ipotesi che esposizioni ambientali precoci possano influenzare l'eziologia del disturbo. Tra questi i fattori più riportati sono: diabete gestazionale, disfunzioni ormonali, patologie infettive, contatto con sostanze ambientali inquinanti,

esposizione a farmaci, deficit nutrizionali, età avanzata dei genitori, familiarità con malattie mentali (Wang et al., 2025).

### *1.2.7 Basi cerebrali*

Sin dalle prime descrizioni di Leo Kanner, gli esperti si sono chiesti se il disturbo fosse una condizione ereditaria o ambientale (Holanda et al., 2025), di conseguenza molte ricerche hanno studiato le anomalie cerebrali in soggetti con autismo e, nonostante ciò, ancora non sono state identificate teorie coerenti (Frith & Happé, 2005). Tra le anomalie riscontrate, un'importante scoperta riguarda l'aumento delle dimensioni del cervello nei soggetti con autismo, sia in termini di volume, soprattutto dell'emisfero sinistro (Holanda et al., 2025), sia di peso, dovuto probabilmente ad un'alterazione del processo di pruning che generalmente avviene nella prima infanzia (Frith & Happé, 2005). Quanto osservato potrebbe supportare l'ipotesi secondo cui la condizione sia dovuta a disfunzioni nelle connessioni laterali e di feedback, causate a loro volta da una connettività alterata tra diverse aree cerebrali e da differenze nella sostanza grigia e bianca (Frith & Happé, 2005; Holanda et al., 2025). Per questo motivo, si pensa che i sintomi osservati nell'autismo siano dovuti non tanto ad anomalie in singole aree cerebrali, quanto a relazioni atipiche tra reti cerebrali interconnesse (Oldehinkel et al., 2019). A confermare ciò, uno studio di Zhou e colleghi (2024), attraverso l'uso della rs-fMRI ha osservato risultati contrastanti in soggetti autistici: alcuni mostravano una connettività aumentata mentre in altri era ridotta. Tale prospettiva potrebbe chiarire le difficoltà nell'avviare e modulare comportamenti nuovi e variabili, soprattutto di tipo sociale (Frith & Happé, 2005). A loro volta queste alterazioni sulla connettività mettono in luce la centralità della corteccia prefrontale orbitale e mediale (mPFC) che gestisce i meccanismi di pianificazione, presa decisionale e problem solving (Martínez-Sanchis,

2014). Tali aree, insieme alla corteccia cingolata anteriore, sono probabilmente coinvolte nei processi di interpretazione e creazione di connessioni tra informazioni sensoriali, azioni e risultati (Martínez-Sanchis, 2014). In aggiunta, la mPFC fa parte anche del Default Mode Network (DMN), un circuito neurale che si attiva in fasi di riposo e si disattiva durante compiti che richiedono un'attenzione focalizzata (Martínez-Sanchis, 2014; Menon, 2023). Uno studio del 2024 (Zhou et al., 2024) osserva che nei soggetti con autismo – soprattutto nei bambini più che negli adolescenti – il circuito spesso mostra iperattivazione o difficoltà nella sua disattivazione. Questo potrebbe comportare di conseguenza fenomeni di distrazione o difficoltà a mantenere l'attenzione che si combinano con caratteristiche tipiche del disturbo, quali difficoltà sociali e rigidità cognitiva. Si ipotizza dunque che queste regioni siano alterate nei soggetti con sviluppo atipico e questo potrebbe spiegare le loro difficoltà nelle funzioni esecutive e nell'elaborazione di stimoli ambientali (Martínez-Sanchis, 2014). Questi elementi sono da tenere in considerazione per comprendere i meccanismi neurobiologici del disturbo e il modo in cui questi influiscono su di esso (Holanda et al., 2025).

### *1.2.8 Teorie cognitive dell'autismo*

In letteratura sono riconosciute tre importanti teorie cognitive che hanno tentato di comprendere e spiegare il legame tra comportamento (Hill, 2004) e cervello, suggerendo che l'autismo possa essere causato da anomalie neurobiologiche (Romero-Munguía, 2008) che influenzano le funzioni cognitive del soggetto (Rajendran & Mitchell, 2007).

La Teoria della Mente (ToM) rappresenta una facoltà cognitiva sociale fondamentale (Carlson, Koenig, & Harms, 2013) che consente di inferire stati mentali come intenzioni, credenze, desideri a sé stessi e agli altri (Baron-Cohen, 2001; Romero-Munguía, 2008). Ipotizza dunque, che gli

stati mentali possano essere considerati come “credenze riguardo qualcosa” caratterizzate da un’intenzionalità (Levy, 2007). Si pensa che il termine “*theory of mind*” abbia origine da un articolo di Premack e Woodruff, in cui esperimenti svolti su scimpanzé mostravano una capacità rudimentale nella comprensione della mente altrui (Rajendran & Mitchell, 2007). È possibile che la difficoltà dei soggetti autistici di considerare gli stati mentali degli altri sia dovuta ad una ridotta capacità di mentalizzazione<sup>6</sup> (Rajendran & Mitchell, 2007). Baron-Cohen ipotizza che inferire gli stati mentali richieda un complesso meccanismo cognitivo (Levy, 2007) che potrebbe spiegare le difficoltà sociali osservate nell’autismo (Romero-Munguía, 2008). I compiti definiti “di falsa credenza”<sup>7</sup> vengono utilizzati per valutare la teoria della mente, e hanno evidenziato che circa l’80% dei bambini autistici fatica nell’attribuire le credenze altrui; solo il 20% riesce a completare il test con un buon risultato, dimostrando che tale capacità non è compromessa universalmente (Rajendran & Mitchell, 2007). Di conseguenza, è possibile assumere che la ToM non è necessariamente assente, quanto più ritardata

---

<sup>6</sup> Lo studio di Castelli e colleghi (2002) dimostra che i soggetti con disturbo dello spettro autistico mostrano prestazioni deficitarie nei compiti di mentalizzazione. Nello specifico, i soggetti con autismo, in confronto ai soggetti normotipici, hanno prestazioni deficitarie in compiti di attribuzione degli stati mentali ad oggetti inanimati, evidenziando una minore attivazione in aree come il solco temporale superiore bilaterale, la giunzione temporo parietale, l’area temporo basale e la corteccia prefrontale mediale. È possibile che l’incapacità nel riconoscimento del significato sociale dei triangoli in movimento sia dovuto ad una scarsa interazione tra la corteccia visiva primaria (V3) ed il solco temporale superiore (STS), per cui quest’ultimo non acquisendo correttamente le informazioni non riesce ad elaborare correttamente gli stimoli in movimento.

<sup>7</sup> I compiti di falsa credenza vengono suddivisi in compiti di primo e di secondo ordine. I test di primo ordine corrispondono ad un’età mentale di circa 4 anni e richiedono di inferire lo stato mentale di solo una persona, i secondi invece, corrispondenti ad un’età mentale di circa 6 anni e richiedono la comprensione degli stati mentali di più individui contemporaneamente. La suddivisione è stata fatta in quanto bambini con autismo ad alto funzionamento risolvevano i compiti di primo livello avendo un’intelligenza nella norma.

nello sviluppo, e che alcuni soggetti possono risolvere il test in modo differente dai soggetti tipici (Rajendran & Mitchell, 2007)<sup>8</sup>.

In riferimento a tale teoria è importante parlare del “*Double Empathy Problem*”, concetto introdotto da Damian Milton nel 2012 (Milton, 2012). L'autore sostiene che l'autismo non sia riducibile ad una semplice difficoltà nell'interazione sociale causata da una scarsa Teoria della Mente; ma piuttosto è necessario parlare di rotture che si verificano nella reciprocità e nella comprensione della comunicazione, che potrebbero emergere soprattutto quando persone molto diverse tra loro, come persone autistiche e non, cercano di interagire (Milton, 2012; Milton et al., 2022; Milton et al., 2023). Di conseguenza, spesso, la causa del problema viene attribuita alla persona autistica, il che porta a parlare di “disturbo della comunicazione sociale” (Milton et al., 2022).

La teoria “del disfunzionamento esecutivo” è stata elaborata sulla base della constatazione che manifestazioni caratteristiche dell'autismo presentassero somiglianze con alterazioni legate a danni cerebrali (Rajendran & Mitchell, 2007). In particolare, parliamo di meccanismi cognitivi, come pianificazione, memoria di lavoro, controllo degli impulsi, controllo inibitorio e flessibilità cognitiva (Hill, 2004), che ci consentono di vigilare sulle nostre azioni (Romero-Munguía, 2008). Anomalie in questi processi comportano il bisogno di seguire una routine, rigidità attentiva, propensione alla ripetitività, disfunzione inibitoria, comportamenti analoghi a quelli osservati in soggetti con lesioni frontali (Hill, 2004; Rajendran & Mitchell, 2007). Per questo, la teoria suggerisce che l'autismo sia dovuto a un malfunzionamento delle funzioni esecutive,

---

<sup>8</sup> Si ritiene che intorno ai due anni i bambini possiedano una forma rudimentale di mentalizzazione, la quale si sviluppa progressivamente intorno ai 4/5 anni divenendo simile a quella degli adulti (Carlson, Koenig, & Harms, 2013).

responsabili di tali comportamenti (Hill, 2004; Rajendran & Mitchell, 2007).

Infine, la teoria della coerenza centrale debole chiarisce alcune delle caratteristiche che riguardano l'aspetto non sociale dell'autismo, inclusa la propensione nel notare i dettagli (Rajendran & Mitchell, 2007) e descrive in che modo vengono elaborati gli stimoli nella loro cornice di riferimento (Hill, 2004). Individui con sviluppo tipico presentano generalmente una coerenza centrale forte, la quale riduce l'attenzione e la memoria per i dettagli (Hill, 2004) ma allo stesso tempo, sono in grado di processare gli input cognitivi cogliendo il senso generale o la struttura globale (Rajendran & Mitchell, 2007). Frith sostiene che invece, i soggetti con disturbo dello spettro autistico presentano una coerenza centrale debole (Hill, 2004; Levy, 2007), per cui riescono ad elaborare le informazioni concentrandosi sui dettagli, senza però avere una visione d'insieme (Rajendran & Mitchell, 2007).

Si ritiene che tali teorie debbano soddisfare i criteri di universalità, specificità e precedenza, ossia essere osservati in tutti i soggetti autistici, essere esclusivi di questo disturbo ed anteriori ai sintomi dell'autismo; tuttavia, la letteratura ci dimostra che ciò non accade (Romero-Munguía, 2008).

## CAPITOLO 2

### LO SVILUPPO DEL MOVIMENTO NEL DISTURBO DELLO SPETTRO AUTISTICO

#### 2.1 Il movimento nello sviluppo

Lo sviluppo motorio è stato per molto tempo definito la “Cenerentola della psicologia” – termine coniato da Rosenbaum (2005) – a causa delle scarse ricerche a riguardo (Adolph & Hoch, 2019). Fortunatamente, ad oggi è riconosciuta la sua centralità nella psicologia (Adolph & Hoch, 2019), in quanto lo studio del comportamento motorio è essenziale per il progresso cognitivo e il conseguente funzionamento cerebrale (Gredebäck et al., 2021; Thelen, 2000). A dimostrazione di ciò, uno studio di Adolph e Robinson (2015) evidenzia che movimenti spontanei, anche non finalizzati ad uno scopo, osservabili nei feti, nei neonati e nei bambini, possono svolgere funzioni cruciali nello sviluppo. In questo contesto, il sistema nervoso centrale (SNC) appare come un fondamentale centro di comando (Adolph e Robinson, 2015). Tuttavia, vedremo che non opera in maniera isolata, poiché la gestione del movimento è il risultato di una relazione complessa e continua tra corpo, ambiente e compito motorio (Formiga & Linhares, 2015; Thelen, 2000). Di conseguenza, nel periodo infantile e prescolare, l’interazione con il contesto ambientale gioca un ruolo importante, favorendo l’acquisizione di autonomia e di adattamento al setting fisico e sociale (Formiga & Linhares, 2015; Malina, 2004). Pertanto, gli stimoli ambientali e i vincoli al movimento interagiscono con i fondamenti biologici dello sviluppo, e plasmano il profilo motorio del bambino (Malina, 2004). Tutti questi processi permettono all’infante di acquisire diverse abilità entro l’anno di vita quali: assumere la posizione

seduta e sostenere la posizione eretta, deambulare, afferrare e manipolare oggetti, alimentarsi autonomamente e pronunciare delle parole (Thelen, 2000).

### *2.1.1 Evoluzione delle teorie sullo sviluppo motorio*

Un primo importante contributo nelle ricerche sullo sviluppo motorio arriva da Arnold Gesell, pioniere della psicologia dello sviluppo, che ha posto le basi per numerose scoperte sul progresso motorio, cognitivo ed emotivo (Dalton, 2005). Gesell propone la teoria neuromaturazionale – *Maturational Theory* (Formiga & Linhares, 2015), che considera la maturazione come un processo unitario (Thelen, 2000) e progressivo, descrivibile e a molti livelli, inclusi biologia, evoluzione, neurofisiologia (Formiga & Linhares, 2015; Thelen, 2000). Sostanzialmente, secondo la teoria neuromaturazionale, per comprendere lo sviluppo del bambino è necessario considerare biologia, evoluzione, cultura e ambiente (Thelen, 2000). Per Gesell lo sviluppo è un processo morfologico, in cui il comportamento evolve nella sua forma (Thelen, 2000); questo cambiamento avviene grazie alla maturazione neurale del sistema nervoso centrale (SNC) (Formiga & Linhares, 2015; Thelen, 2000). Dunque, così come i movimenti e le posture riflettono lo stato del sistema nervoso, anche lo sviluppo mentale segue questo principio: osservando il comportamento di un bambino è possibile comprendere i cambiamenti nel suo sviluppo cognitivo ed emotivo (Thelen, 2000). Le ricerche hanno quindi mostrato che evoluzioni nelle abilità motorie – come muovere la testa e gli occhi o afferrare oggetti (Adolph & Hoch, 2019) – dipendono da una maturazione neurale biologicamente guidata (Thelen, 2000). Una delle criticità della teoria neuromaturazionale è la convinzione che l'ereditarietà sia più importante rispetto ad altre componenti – come l'ambiente, che assume un ruolo secondario – nella strutturazione di un

comportamento (Dalton, 2005). Dunque, per Gesell, tentare di insegnare ai bambini determinate abilità non produceva alcun risultato fin quando non erano maturi dal punto di vista evolutivo (Thelen, 2000).

Il fisiologo Nikolai Bernstein seguì gli studi di Gesell, e osservò che il cervello riusciva a coordinare in modo integrato e ordinato i gradi di libertà (ossa, articolazioni, fibre) (Ismail et al., 2020; Thelen, 2000). Questo implica che il sistema nervoso centrale non controlla unità singole, ma piuttosto gruppi muscolari che lavorano sinergicamente (Formiga & Linhares, 2015), ciò indica la complessità del controllo motorio. Il lavoro di Bernstein è stato essenziale per integrare componenti come il cervello, il corpo e l'ambiente nello studio del comportamento motorio (Adolph & Robinson, 2015). Egli permise infatti di spostare l'attenzione dal SNC come unico elemento causale, evidenziando anche il contributo della biomeccanica degli arti in movimento (Thelen, 2000). Tutto questo portò ad un cambiamento radicale nella definizione del movimento, considerando che il corpo è un sistema fisico governato alle leggi della fisica immerso in un ambiente (Adolph & Robinson, 2015). Grazie a queste ricerche è stato rilevato che movimenti spontanei, gesti precursori o movimenti involontari durante il sonno, presenti già dai primi mesi di vita del bambino, influiscono sullo sviluppo motorio e sulla maturazione del sistema nervoso (Adolph & Hoch, 2019).

Negli anni '80 si consolida una nuova teoria che descrive le trasformazioni nel controllo motorio e le abilità motorie dei bambini: la teoria dei sistemi dinamici – *Dynamic Systems Theory* (DST) – fondata sull'idea che i sistemi evolvono nel tempo (Formiga & Linhares, 2015; Ismail et al., 2020). Riprendendo gli importanti contributi di Gesell e Bernstein, la DST riconosce l'importanza del livello di maturazione del SNC nello sviluppo motorio, ma allo stesso tempo, non lo considera come unico elemento chiave (Adolph & Robinson, 2015; Formiga & Linhares, 2015;

Thelen, 2000). Infatti, il movimento è il risultato della relazione tra un organismo complesso che si auto-organizza e un controllo distribuito (Ismail et al., 2020). Dunque, il cervello coordina gruppi muscolari invece che singole unità, permettendo alle sinergie muscolari di modificare autonomamente i movimenti (Formiga & Linhares, 2015; Ismail et al., 2020). La teoria definisce tutte le aree dello sviluppo, i vincoli ed i gradi di libertà, che potrebbero influenzare il comportamento motorio finale – come tono emotivo, livello di motivazione, consapevolezza cognitiva, orientamento del corpo, capacità muscolare e leve biomeccaniche – descrivendo i cambiamenti che avvengono nel comportamento motorio e nelle abilità motorie dei bambini (Formiga & Linhares, 2015; Ismail et al., 2020). Questo evidenzia che le parti costitutive del sistema possono maturare con tempi differenti e, di conseguenza, ogni fattore può ritardare lo sviluppo di nuove abilità, costituendo un fattore limitante (Formiga & Linhares, 2015).

In conclusione, la teoria dei sistemi dinamici rappresenta un quadro concettuale complesso e sofisticato in cui il neonato, l'ambiente e il significato funzionale del compito non possono essere isolati l'uno dall'altro perché rappresentano un'unità sintetizzata e il comportamento motorio osservato è un prodotto delle loro interazioni (Formiga & Linhares, 2015). Tutto questo, non solo crea le basi per lo sviluppo del movimento, ma permette anche di acquisire competenze cognitive e sociali, sottolineando come, già dalle prime fasi della vita, tali domini si influenzino reciprocamente (Libertus & Hauf, 2017).

### *2.1.2 Le tappe dello sviluppo motorio nei bambini a sviluppo tipico*

Grazie alla continua trasformazione dello sviluppo motorio, il bambino impara schemi e abilità motorie attraverso tappe evolutive che iniziano

non appena i muscoli fetali sono innervati (Adolph & Robinson, 2015; Malina, 2004).

Sin dal periodo di gestazione è possibile osservare nei feti abilità motorie involontarie che riflettono una pianificazione motoria e una conseguente attività e maturazione del sistema nervoso centrale (SNC) (D'Elia et al., 2001; Zoia et al., 2007). Intorno alle sette settimane, compaiono i primi movimenti fetali negli esseri umani; questi emergono prima ancora che le vie del riflesso spinale risultino completamente sviluppate e consistono in movimenti lenti che comportano piccoli piegamenti laterali della testa e/o del tronco (Hadders-Algra, 2018). Poco tempo dopo, tra la nona e la decima settimana, i feti sviluppano movimenti che coinvolgono tutte le parti del corpo e mostrano una diversificazione nella direzione, nell'ampiezza e nella velocità (Hadders-Algra, 2018). Verso le dieci/dodici settimane (Hadders-Algra, 2018) è possibile osservare le prime azioni manuali (Zoia et al., 2007), quali il contatto mano-faccia o la suzione del pollice (Hadders-Algra, 2018). Queste si possono notare anche dopo la nascita accompagnate dall'acquisizione del controllo volontario del movimento che comprende il controllo posturale, locomotorio e prensile (Malina, 2004). Per comprendere il sistema nervoso in via di sviluppo, è molto importante studiare i movimenti fetali, poiché il monitoraggio dell'attività spontanea durante le fasi di gestazione costituisce un processo di adattamento ontogenetico e un fondamento essenziale per i successivi comportamenti motori (Adolph & Robinson, 2015). Questa attività spontanea rientra nella fase detta di "variabilità primaria" che induce una variazione nel movimento determinante per l'esplorazione e il modellamento del sistema nervoso in via di sviluppo (Hadders-Algra, 2018). Infatti, le informazioni che il feto riceve dal corpo e dall'ambiente mentre si muove aiutano il sistema nervoso e, più in generale il cervello, a evolvere correttamente; per esempio, l'attività

motoria spontanea contribuisce alla maturazione della corteccia somatosensoriale, preparando un adattamento per i comportamenti motori successivi (Hadders-Algra, 2018). Un corretto sviluppo fisico è infatti dovuto al movimento fetale che esercita muscoli, flette articolazioni, allunga la pelle e fa circolare il liquido amniotico (Adolph & Robinson, 2015). Senza questi effetti del movimento, lo sviluppo non procede normalmente (Adolph & Robinson, 2015): se ripensiamo alla teoria dei sistemi dinamici (DST), vediamo come alterazioni quali, interruzioni o ritardi nello sviluppo di componenti motorie, esercitano effetti a cascata su altri sistemi coinvolti nello sviluppo motorio (Leonard & Hill, 2014).

Dopo la nascita, il bambino sviluppa i riflessi primitivi, ossia risposte motorie involontarie, con origine nel tronco encefalico che si attivano come feedback ad uno stimolo specifico (Ismail et al., 2020; Modrell & Tadi, 2023). Si tratta di indicatori di immaturità da parte del sistema nervoso in evoluzione ma, allo stesso tempo, estremamente rilevanti, in quanto consentono di valutare il proseguimento dello sviluppo; difatti l'insorgenza tardiva, o la persistenza di essi, può rivelare la presenza di disturbi neurologici (Malina, 2004; Ismail et al., 2020; Modrell & Tadi, 2023). Dai sei mesi in poi, pertanto, il bambino acquisisce la capacità di adattare i movimenti di masticazione alla consistenza del cibo, grazie alla coordinazione lingua-mascella mentre, verso i dodici mesi compaiono le prime parole e a diciotto mesi accelera drasticamente lo sviluppo del vocabolario che diventa essenziale per esprimere le proprie emozioni e intenzioni (Adolph & Robinson, 2015; Hadders-Algra, 2018). Nello stesso periodo (Adolph & Robinson, 2015), con la maturazione cerebrale e la modifica degli stimoli ambientali, i riflessi primitivi vengono sostituiti da attività motorie volontarie (Modrell & Tadi, 2023). In questa fase evolutiva i bambini imparano a coordinare gli arti per muoversi tra gli ostacoli, a correre e salire le scale (Adolph & Robinson, 2015). Tappe

cruciali di questa fase includono la capacità di stare seduti, stare in piedi in autonomia e camminare in modo indipendente (Hadders-Algra, 2018). Generalmente, la prensione a pinza, che riguarda la flessione di pollice e indice si osserva a partire dai 14 mesi circa (Hadders-Algra, 2018). Dunque, per quanto riguarda gli arti superiori, viene acquisito il controllo braccia e delle mani che si configura, per esempio, nella capacità di svitare il tappo di una bottiglia (Adolph & Robinson, 2015). Infine, si evidenziano capacità come la sincronizzazione del busto, della testa e degli occhi funzionale all'osservazione di un giocattolo in mano, guardare sotto il tavolo o fissare un caregiver (Adolph & Robinson, 2015).

### *2.1.3 Movimento, cognizione e interazione sociale*

Come precedentemente accennato, solo recentemente lo studio del movimento è stato incluso tra gli elementi essenziali per lo sviluppo psicologico (Adolph & Hoch, 2019). Infatti, è stato appreso che il progresso motorio è sia causa che conseguenza dei cambiamenti evolutivi che si verificano in domini psicologici come percezione, cognizione e abilità sociali (Adolph & Franchak, 2017; Adolph & Hoch, 2019). Grazie allo sviluppo motorio infantile il bambino matura, durante la crescita, competenze essenziali per l'azione e interazione con l'ambiente circostante (Leonard & Hill, 2014) e questo favorisce l'acquisizione di una maggiore consapevolezza del mondo, condizionando le possibilità di rapportarsi con gli altri: come risultato, le relazioni sociali ne sono fortemente influenzate (Leonard & Hill, 2014).

Un importante studio di Adolph e Hoch (2019) definisce i movimenti "incarnati" (*embodied*), ovvero azioni che vengono modulate dallo stato del corpo. Alla luce di ciò è possibile assumere che i continui cambiamenti fisici richiedono lo sviluppo di abilità come flessibilità, pianificazione e problem solving, essenziali per l'adattamento all'ambiente (Adolph &

Hoch, 2019). Dunque, oltre la centralità del sistema nervoso centrale (SNC), è importante sottolineare che i processi cognitivi, inclusa la cognizione sociale, dipendono attivamente dal corpo stesso, per cui, la cognizione umana è profondamente incorporata e intrinsecamente sociale (Adolph & Hoch, 2019). Nello stesso studio, i ricercatori dimostrano che il controllo adattivo del movimento, in abilità come camminare o afferrare oggetti, permette al bambino di esplorare l'ambiente, apprendere da esso e attivare funzioni psicologiche fondamentali, necessarie per pianificare e guidare le azioni (Adolph & Franchak, 2017).

Riprendendo la teoria dei sistemi dinamici (DST), precedentemente citata, ricordiamo anche che il bambino, l'ambiente circostante e il corpo lavorano sinergicamente (Formiga & Linhares, 2015; Leonard & Hill, 2014), e questo genera effetti a cascata, positivi o negativi, nello sviluppo cognitivo (Adolph & Hoch, 2019).

Nella letteratura scientifica è possibile individuare studi da cui si evince la profonda connessione tra sviluppo motorio e cognizione e delle conseguenze di questi sull'interazione (Walle & Campos, 2014). Ad esempio, Walle e Campos (2014) riportano che l'inizio della deambulazione autonoma genera diversi cambiamenti concatenati che, a loro volta, influenzano altri aspetti dello sviluppo psicologico, definendo il contesto nel quale avviene lo sviluppo del bambino. Dunque, non è l'emergere del cammino di per sé ad essere importante, quanto più le sue conseguenze funzionali nello sviluppo, tra cui i risvolti nelle interazioni sociali (Walle & Campos, 2014). L'acquisizione della deambulazione consente di predire lo sviluppo successivo del linguaggio ricettivo e produttivo, al di là dall'età e questo è collegato al contesto sociale e alla necessità di una nuova modalità comunicativa (Walle & Campos, 2014). Grazie alla deambulazione, il bambino impara ad esplorare l'ambiente, spesso allontanandosi dai caregiver e, questa distanza richiede da parte del

genitore e dell'infante forme comunicative quali vocalizzazioni o gesti, essenziali nella cognizione sociale e nell'interazione (Walle & Campos, 2014). Uno studio ha confermato che bambini che trascorrevano maggior tempo separati dai genitori, da grandi sviluppavano più vocaboli, portando a ipotizzare che la lontananza dal caregiver crei una necessità comunicativa differente (Walle & Campos, 2014). Dunque, la quantità degli stimoli, il modo in cui il genitore parla al bambino e il modo in cui lo stato motorio li elabora sono predittori dello sviluppo del linguaggio, ma solo nei bambini che camminano (Walle & Campos, 2014). Quindi è possibile supporre che la deambulazione modifica l'interazione con l'ambiente e chi impara a camminare utilizza meglio e diversamente le opportunità linguistiche (Walle & Campos, 2014). Inoltre, l'attività motoria modifica anche la percezione che il genitore ha sul bambino (Walle & Campos, 2014); infatti, i bambini che camminano vengono percepiti dalle madri come più indipendenti e con una forte personalità, che influisce sul modo di comunicazione con essi (Walle & Campos, 2014). Non solo il camminare, ma anche movimenti più elementari, come mantenere la postura, sono regolati da processi cognitivi e percettivi (Adolph & Franchak, 2017). Infatti, una postura stabile è essenziale per compiere movimenti più complessi come la locomozione, le azioni manuali e per garantire una comprensione delle interazioni sociali (Adolph & Franchak, 2017).

In conclusione, il controllo motorio è molto importante per l'acquisizione di nuove capacità cognitive, percettive e sociali (Adolph & Franchak, 2017). Miglioramenti in questi domini innescano cambiamenti a cascata in altri ambiti e questo definisce lo sviluppo motorio adattivo, creativo e influenzato da molti fattori contestuali, tra cui l'ambiente circostante e le pratiche genitoriali (Adolph & Franchak, 2017).

Se, l'apprendimento è il risultato di interazioni dinamiche con l'ambiente fisico e sociale, allora, un sistema motorio sano e ben funzionante è fondamentale per comprendere il mondo (Libertus & Hauf, 2017). Questo suggerisce che ritardi nello sviluppo motorio comportino compromissioni cognitive, sociali o percettive (Libertus & Hauf, 2017).

## **2.2 Sviluppo motorio nel disturbo dello spettro autistico**

Come accennato, sempre più ricercatori riconoscono l'impatto che le abilità motorie hanno durante tutta la vita dell'individuo su altre aree dello sviluppo, come, ad esempio, le capacità sociali e cognitive (Leonard & Hill, 2014; Miller et al., 2023). Infatti, interruzioni anomale o ritardi nello sviluppo di certe abilità causano effetti a cascata su sistemi che regolano lo sviluppo motorio, suggerendo che nei bambini con sviluppo atipico, compromissioni neurologiche in aree specifiche potrebbero essere il risultato di difficoltà evolutive (Leonard & Hill, 2014). Si prenda come esempio il disturbo dello spettro autistico, una condizione neuroevolutiva complessa che interessa la connettività cerebrale globale e molte reti neurali che generano difficoltà comunicative sociali, percettivo-motorie e cognitive/comportamentali (Bhat, 2020a). Le primarie fatiche dell'autismo riguardano la comunicazione sociale – scarse interazioni bidirezionali e compromissioni nella comunicazione verbale e non – e comportamenti e interessi ristretti e ripetitivi (Bhat, 2020a; Bhat, 2020b). Sono tutti sintomi riconosciuti dal DSM-5 come criteri di valutazione clinica essenziali per la diagnosi, ma lo stesso non accade per le disfunzioni motorie – quali, deficit motori fini e grossolani, difficoltà nella pianificazione motoria, alterazioni nel controllo e nella coordinazione motoria – che non vengono considerati né tra i criteri diagnostici né tra gli specificatori del manuale (Bhat, 2020a; Esposito & Paşca, 2013; Miller et al., 2023). Eppure, sempre più spesso, compromissioni di questo genere,

come fatiche nella coordinazione degli arti e del corpo, nell'equilibrio, nella deambulazione e nella motricità fine e grossolana, vengono osservate in individui con autismo (Bhat, 2020b). Di conseguenza, sempre più ricercatori suggeriscono la necessità di considerare come caratteristiche core della condizione (De Francesco et al., 2023; Wang et al., 2022). Infatti, un numero crescente di studi dimostra la portata estesa delle compromissioni (Alsaedi, 2020; Leonard & Hill, 2014), tanto che, circa il 50-80% dei bambini con autismo mostrano difficoltà motorie: questo rappresenta una barriera nello sviluppo di abilità comunicative-sociali e adattive (Bhat, 2020b). De Francesco e colleghi, in un articolo del 2023, evidenziano che l'integrazione visuo-motoria e, in senso più esteso, il legame percezione-azione, rappresentano un elemento determinante nello sviluppo successivo di abilità sociali e in generale nell'adattamento alla vita quotidiana del bambino. Ulteriori studi supportano questa ipotesi, dimostrando che in soggetti a sviluppo atipico, le abilità motorie funzionano da predittori del funzionamento adattivo e della qualità della vita, e, in alcuni casi, possono manifestarsi prima dei deficit socio-comunicativi (Crippa et al., 2021; Wang et al., 2022). In aggiunta, uno studio su neonati ad alto rischio di autismo ha evidenziato che i genitori mostravano più preoccupazione quando c'erano ritardi nello sviluppo motorio, piuttosto che nelle competenze socio-comunicative (Shiri et al., 2024). Per questi motivi, è importante che le compromissioni nello sviluppo motorio acquisiscano una rilevanza tanto quanto gli altri specificatori riconosciuti dal DSM per la diagnosi di autismo (Miller et al., 2023). Tuttavia, emerge una forte discrepanza tra il riconoscimento degli altri specificatori e le difficoltà motorie. Ad esempio, il disturbo intellettivo – uno degli specificatori – mostra una prevalenza che oscilla tra il 30 e il 50% nei soggetti autistici, un risultato nettamente inferiore rispetto all'87% circa di bambini colpiti da difficoltà motorie (Miller et al., 2023). Questo dimostra il poco interesse rivolto fin ora agli aspetti motori

e la necessità di un loro maggiore riconoscimento (Miller et al., 2023). Perciò, un numero crescente di ricercatori sostiene l'importanza dello studio sullo sviluppo motorio, considerandolo un possibile strumento per la diagnosi precoce (Shiri et al., 2024). Malgrado ciò, la presenza di anomalie motorie anche in altri disturbi del neurosviluppo, quale il disturbo della coordinazione motoria (*Developmental Coordination Disorder* – DCD), porta a non considerare queste difficoltà tra i criteri diagnostici (Bhat, 2020a).

### *2.2.1 L'importanza di studiare le compromissioni motorie nell'autismo*

Attualmente, la letteratura conferma che un mancato sviluppo completo dei movimenti incide direttamente su aspetti sociali come il gioco, l'interazione con i pari e con i caregiver, oltre che, sul benessere emotivo del bambino (Bhat, 2020a). A tal proposito, Bhat (2020a), riporta diversi studi che evidenziano la presenza di comorbidità percettivo-motorie in bambini con autismo, associate alle loro abilità comunicative-sociali, cognitive, linguistiche e funzionali, attuali e future (Bhat, 2020a). Mentre Wang e colleghi (2022) osservano una correlazione significativa tra le abilità motorie grossolane e le abilità sociali.

Uno dei motivi per cui, ad oggi, è importante prestare maggiore attenzione al dominio motorio, sono proprio gli aspetti sociali, che ne risultano fortemente influenzati (Bhat, 2020b). Ad esempio, le abilità manuali vengono utilizzate per condividere oggetti con i caregiver, mentre, i movimenti della testa aiutano con il contatto visivo, e i gesti, come indicare, servono per la comunicazione con gli altri (Bhat, 2020b).

In secondo luogo, ritardi nello sviluppo motorio rappresentano un indicatore di autismo e con il passare del tempo queste difficoltà possono aumentare, contribuendo alla sedentarietà, alla scarsa condizione fisica e

all'isolamento sociale del bambino (Bhat, 2020b). È stato osservato che difficoltà motorie, come problemi di locomozione, controllo posturale e destrezza manuale, compromettono le capacità dei bambini autistici di svolgere autonomie quotidiane come alimentarsi, lavarsi, andare in bagno e vestirsi (Miller et al., 2023). Inoltre, date queste grosse difficoltà, anche la partecipazione ad attività fisiche diminuisce mentre accresce l'isolamento sociale (Nichols et al., 2018; Miller et al., 2023). È quindi importante sottolineare anche il ridotto numero di informazioni sull'impatto, a lungo termine, che, scarsa frequenza e limitata attività motoria possono avere nella vita di un individuo con autismo (Jones et al., 2017). Degli studi, osservano che adolescenti autistici risultano essere in sovrappeso o obesi rispetto ai loro coetanei a sviluppo tipico – circa il 33% in più – il che aumenta la possibilità di avere esiti negativi sulla salute nel corso della vita (Miller et al., 2023).

Nel complesso quindi, i deficit motori risultano diffusi nei bambini con autismo – studi condotti con il *Movement Assessment Battery for Children 2* (M-ABC2) su bambini di 3-16 anni mostrano che circa l'80% di essi manifesta un deficit globale delle abilità motorie (Mohd Nordin et al., 2021) – e influenzano in modo significativo il loro sviluppo successivo nella scolarizzazione (Alsaedi, 2020), nella sfera comunicativa-sociale, nelle competenze adattive e nel benessere generale (Bhat, 2020b).

Le principali difficoltà osservabili nei bambini autistici comprendono: goffaggine nei movimenti, problemi nell'equilibrio, difficoltà nelle abilità fini e competenze motorie limitate (Shiri et al., 2024). Molti studi riconoscono nei soggetti con autismo questi sintomi, eppure, ancora oggi, pochi ricercatori hanno analizzato il legame delle abilità motorie con funzioni sociali, cognitive, linguistiche e adattive (Bhat, 2020a).

Inoltre, il sistema motorio risulta più semplice da valutare rispetto ad altri sistemi complessi, come le funzioni cognitive, considerando il basso

impegno linguistico e cognitivo necessario nei compiti motori (Crippa et al., 2021). Per cui, dato il contributo nella ricerca sulla fisiopatologia dell'autismo, le funzioni motorie assumono ancora più rilevanza (Crippa et al., 2021). In aggiunta, per lo studio di esse è possibile usufruire di metodi come l'analisi cinematica, che permette di ottenere misure più precise rispetto ad altri test standardizzati o all'osservazione clinica (Crippa et al., 2021).

Dunque, rimane da chiarire il modo in cui dovremmo considerare queste compromissioni nell'autismo: se dominio-specifiche, dominio-generaliste o transdiagnostiche, e quindi rispettivamente, associate ai sintomi principali dell'autismo, connesse a funzioni cognitive e adattive più ampie o influenzate da meccanismi neurali condivisi con altri disturbi e da comorbidità (Bhat, 2020a).

### *2.2.2 Disturbo della coordinazione motoria (DCD)*

Il termine “disturbo della coordinazione motoria” (DCD) viene coniato per risolvere le ambiguità terminologiche esistenti con espressioni come “disprassia evolutiva”, “goffaggine motoria” (Poletti, 2011) o “motoricamente impacciati” (Barnhart et al., 2003) che caratterizzavano questo settore clinico e di studio (Poletti, 2011). Si tratta di una condizione evolutiva (Kirby & Sugden, 2007), cronica e generalmente permanente (Barnhart et al., 2003) che colpisce il 2-5% della popolazione – nello specifico più i maschi che le femmine (Saban & Kirby, 2019) – e che di norma viene diagnosticata tra i 6 e i 12 anni (Leonard & Hill, 2014).

Le principali caratteristiche del DCD riguardano compromissioni nelle competenze motorie fini e grossolane, che non è possibile spiegare con la presenza di un disturbo generale dell'apprendimento o una minore esposizione agli stimoli ambientali rispetto ai pari (Kirby & Sugden, 2007). Ciò si traduce in difficoltà nel compimento di attività quotidiane,

come allacciarsi le scarpe o tagliare il cibo (Zoia et al., 2022) e in un ridotto rendimento scolastico (Barnhart et al., 2003). I bambini con DCD presentano movimenti lenti e hanno bisogno di ripetere costantemente le attività: ad esempio, per imparare ad andare in bicicletta è necessario molto esercizio (Zoia et al., 2022). Allo stesso tempo, trovare sport adatti diventa complicato e soprattutto gli sport di squadra vengono evitati a causa della scarsa coordinazione (Zoia et al., 2022). Di conseguenza, a lungo andare il bambino potrebbe soffrire anche di ritiro sociale (Zoia et al., 2022). Sebbene le difficoltà motorie costituiscano la principale caratteristica del disturbo, la letteratura scientifica ha osservato criticità anche in altri ambiti quali: peculiarità nell'intersoggettività e nell'interazione sociale, difficoltà nella comprensione delle relazioni, rigidità comportamentale, alterazioni della prosodia, atipie nel gioco, nel linguaggio e nell'elaborazione delle emozioni facciali (Hadders Algra, 2002; Leonard & Hill, 2014). È stato infatti osservato che date le scarse opportunità di socializzazione, i bambini con DCD dispongono di reti di supporto sociale e relazioni amicali meno consolidate rispetto ai coetanei a sviluppo tipico; questo a sua volta si riflette sulle abilità sociali, che risultano più deboli, su un maggiore isolamento, difficoltà nell'interazione con i pari, un rischio elevato di vittimizzazione e bullismo e sui livelli di autostima (Saban & Kirby, 2019). Dunque, considerate le difficoltà motorie e le ridotte abilità sociali appena descritte, risulta fondamentale una valutazione approfondita per comprendere il livello delle abilità socio-comunicative; ciò permette di ottenere un quadro completo dei bisogni e può consentire un corretto intervento sui domini funzionali maggiormente compromessi (Crippa, 2023).

Osservando i sintomi sopra citati, è possibile confermare che questo genere di compromissioni vengono generalmente associate ad altri disturbi del neurosviluppo come l'autismo (Leonard & Hill, 2014).

### *2.2.3 Associazione tra disturbo della coordinazione motoria e autismo*

La comorbidità o co-occorrenza indica la compresenza di due o più disturbi in un singolo individuo (Saban & Kirby, 2019). In tale contesto, le difficoltà motorie, caratteristica tipica del DCD, possono comparire anche in altri disturbi del neurosviluppo. Questo, porta a considerarlo come una parte integrante delle condizioni e l'associazione con l'autismo ne rappresenta un esempio (Crippa, 2023).

In un primo momento, il lavoro clinico osservava difficoltà motorie prevalentemente nella Sindrome di Asperger, ma grazie alle recenti ricerche è stato dimostrato che le atipie motorie sono diffuse nello spettro e si manifestano indipendentemente dalle funzioni cognitive e linguistiche (Wang et al., 2022). Infatti, circa l'86,9% dei bambini con autismo potrebbe rischiare di sviluppare un disturbo della coordinazione motoria nelle fasi di sviluppo infantile e adolescenziale (Crippa et al., 2021). Un recente studio di Verbecque e colleghi (2025), riporta che circa il 70% dei bambini autistici senza disabilità intellettiva (ID) presenta le caratteristiche necessarie per una diagnosi concomitante di DCD; tuttavia, solo il 50% la riceve. Date queste scoperte, le attuali linee guida – DSM-5 e ICD-11 (Miller et al., 2023) – permettono di porre una diagnosi concomitante di DCD in bambini con autismo con gravi compromissioni motorie (Caçola & Miller, 2017; Miller et al., 2023). Eppure, esiste una grande discrepanza tra la frequenza dei sintomi motori e il loro riconoscimento diagnostico come disturbo della coordinazione motoria (Miller et al., 2021; Miller et al., 2023). Dunque, nonostante il crescente interesse verso le difficoltà motorie nell'autismo e l'evidente sovrapposizione sintomatologica con il DCD (Miller et al., 2023), non sembrano aumentare le co-diagnosi tra i due disturbi (Crippa, 2023). Difatti, uno studio che ha valutato sistematicamente i criteri del DSM-5 per il disturbo della coordinazione motoria in individui con autismo, ha

osservato che oltre il 90% dei casi, soddisfaceva i criteri per una associazione con il DCD, che però non veniva diagnosticato (Miller et al., 2021). È fondamentale prendere in considerazione la possibilità di una co-occorrenza non riconosciuta, perché il ritardo o la mancanza di diagnosi e trattamento, possono portare ad un peggioramento delle compromissioni motorie con ripercussioni sulla salute mentale e fisica (Miller et al., 2021).

L'età rappresenta un elemento importante da considerare nell'associazione tra DCD e autismo (Crippa, 2023). Questo perché il disturbo dello spettro autistico può essere diagnosticato a partire dai 24 mesi di età, mentre la diagnosi del disturbo della coordinazione motoria viene effettuata solo intorno ai 5 anni (Crippa, 2023). Ne consegue un "gap" diagnostico, durante il quale l'identificazione tempestiva di una co-occorrenza tra i due disturbi risulta difficile (Crippa, 2023). Una delle cause principali di questa complessità diagnostica ha a che vedere con un'elevata variabilità individuale delle competenze motorie nei bambini in età prescolare (Crippa, 2023).

#### *2.2.4 Il processamento sensoriale nell'autismo e il legame con le abilità motorie*

Un importante argomento non ancora trattato riguarda il processamento sensoriale che risulta essere una caratteristica fondamentale nello spettro dell'autismo. Differenze nella elaborazione sensoriale sono state riscontrate in circa il 90-96% dei bambini affetti da tale condizione (Capelli et al., 2025; Marco et al., 2011).

Pur essendo meno studiato rispetto agli aspetti sociali e comunicativi, sembra che sin dai primi mesi di vita sia osservabile nei bambini autistici un processamento sensoriale atipico che incide, inevitabilmente, sul successivo sviluppo e sulla qualità della vita (Capelli et al., 2025).

Negli anni '70 la neuroscienziata Jean Ayres propone la Teoria dell'Integrazione Sensoriale (Miller et al., 2007; Wen & Wu, 2025), definendo questa abilità come un processo con basi neurologiche mediante il quale il cervello percepisce, integra e reagisce agli input sensoriali che provengono dall'esterno (Wen & Wu, 2025). Questo meccanismo consente all'individuo di interagire con successo con le attività quotidiane (Wen & Wu, 2025).

La letteratura scientifica ci dice che le persone processano le informazioni che provengono dai sensi – uditivo, propriocettivo, tattile, gustativo, vestibolare e olfattivo – in modo differente (Ben-Sasson et al., 2009) e, quando gli input non vengono elaborati correttamente, emergono difficoltà a livello comportamentale, motorio e sociale (Wen & Wu, 2025). Sin dai primi studi di Kanner nel 1943 sono state riscontrate difficoltà a livello sensoriale, eppure, solo con la pubblicazione del DSM-5, queste ultime assumono maggiore rilevanza nella diagnosi di autismo (Ben-Sasson et al., 2019).

Alterazioni nel processamento sensoriale vengono definite come criticità nella regolazione sensoriale, per cui l'individuo fatica a gestire e coordinare la qualità e l'intensità delle risposte comportamentali, compromettendo l'adattamento all'ambiente (Ben-Sasson et al., 2019).

È possibile distinguere tre tipologie di processamento sensoriale:

1. Iper-reattività sensoriale (*Sensory Over-Responsivity* – SOR) o iper-reattività (Ben-Sasson et al., 2019) che si traduce in una risposta eccessiva agli stimoli. Ad esempio, individui che rientrano nello spettro tendono a provare disagio per i rumori forti (Ben-Sasson et al., 2009), e questo comporta reazioni intense e immediate agli stimoli sensoriali (Capelli et al., 2025). Degli studi dimostrano anche differenze tra soggetti a sviluppo atipico e tipico

nella ipersensibilità che risulta maggiore nei primi (Capelli et al., 2025).

2. Ipo-responsività sensoriale (*Sensory Under-Responsivity* – SUR) (Ben-Sasson et al., 2019), ossia reazioni sensoriali diminuite agli stimoli rispetto agli standard attesi (Capelli et al., 2025). Anche in questo caso vengono sottolineate dalla letteratura discrepanze tra soggetti con autismo e non (Capelli et al., 2025). Addirittura, sintomi di questo tipo, possono essere presenti nei bambini con autismo già dalle prime fasi di vita (Capelli et al., 2025). Possono manifestarsi con scarsa consapevolezza e reattività lenta agli stimoli sensoriali, per esempio, una tendenza ad urtare gli oggetti (Ben-Sasson et al., 2009) o una minore percezione del dolore, del caldo e del freddo (Capelli et al., 2025).
3. Ricerca sensoriale (*Sensation Seeking*) (Ben-Sasson et al., 2019) definita come una tendenza a ricercare attivamente degli stimoli sensoriali (Capelli et al., 2025; Reda et al., 2021). Al fine di soddisfare le proprie necessità sensoriali il soggetto, attraverso una strategia di autoregolazione, cerca degli stimoli (Capelli et al., 2025). In questo caso è possibile osservare un interesse verso stimoli visivi, come luci o oggetti che girano – ad esempio, la roteazione delle dita nel campo visivo – (Marco et al., 2011; Reda et al., 2021), comportamenti di ricerca tramite i sensi dell'olfatto e del tatto (Reda et al., 2021) e una propensione per esperienze sensoriali di lunga durata o prolungate tra cui schemi motori ritmici (Ben-Sasson et al., 2009).

Queste anomalie sensoriali tendono a comparire in combinazione con le difficoltà comunicative, di interazione sociale e gli interessi ristretti e ripetitivi, e una maggiore compromissione nel processamento sensoriale è associata a maggiori difficoltà in tutte queste aree (Reda et al., 2021).

Inoltre, le capacità di processamento sensoriale si modificano durante lo sviluppo (Ausderau et al., 2014), risultando più marcate durante l'infanzia e meno evidenti in età scolare (Capelli et al., 2025). Si deduce che tali difficoltà variano e si evolvono nel corso della vita, influenzate da modificazioni evolutive e/o da interventi (Ben-Sasson et al., 2009).

Le alterazioni sensoriali sono legate anche alle disfunzioni a livello motorio (Kashefimehr et al., 2021), perché, pur essendo poco considerati, i sintomi motori, sono estremamente rilevanti nella condizione, tanto che i dati riportano che l'87% circa di bambini e adolescenti autistici manifesta compromissioni o ritardi di questo tipo (Capelli et al., 2025, Kashefimehr et al., 2021).

Nei primi mesi di vita vengono stabilite importanti relazioni tra gli aspetti motori e sensoriali che incidono sull'elaborazione degli stimoli ambientali, sulle vie motorie e di conseguenza sull'attivazione motoria in risposta agli input sensoriali (Capelli et al., 2025). Un adeguato sviluppo di queste vie è essenziale per l'apprendimento, l'acquisizione e ottimizzazione delle capacità motorie (Capelli et al., 2025). Nello specifico, questa correlazione è supportata dalla teoria del processamento *bottom-up* (dal basso verso l'alto), secondo cui, alterazioni nell'elaborazione sensoriale di primo livello influenzano funzioni di ordine superiore (Alsaedi, 2025). Per cui, Alsaedi, in uno studio del 2025 dimostra che anche un ritardo lieve nelle componenti sensoriali o motorie, incide, attraverso un effetto a cascata, sulle successive tappe evolutive, il che può peggiorare le prestazioni delle capacità esecutive.

#### *2.2.5 Aspetti "famigliari" delle difficoltà motorie in autismo*

Alterazioni motorie e socio-comunicative si configurano come due aspetti centrali del profilo clinico dell'autismo; diversi studi suggeriscono che manifestazioni fenotipiche lievi di queste difficoltà, possano presentarsi

anche nei famigliari di primo grado di individui con disturbo dello spettro autistico.

Tra queste vengono riconosciute alterazioni nei meccanismi di controllo oculomotorio e motorio fine (Mosconi et al., 2010; Mosconi et al., 2015; Bojanek et al., 2025). Esse riguardano anomalie nell'ipometria saccadica, nei movimenti oculari di inseguimento continuo, un'aumentata variabilità nei movimenti oculari e deficit nelle capacità di apprendimento di sequenze motorie automatizzate (Mosconi et al., 2015). Si tratta di disfunzioni compatibili con alterazioni pontocerebellari e frontostriatali, coinvolte nella calibrazione motoria e nel controllo esecutivo del movimento (Mosconi et al., 2015). Nello specifico, compromissioni a livello cerebellare sembrano compromettere i sistemi di regolazione del movimento basato su predizione e correzione (Mosconi et al., 2015). Tali aspetti, che risultano autonomi rispetto alle capacità cognitive globali, sono legati ad alterazioni nei circuiti frontotemporali e nello striato sinistro, ossia aree coinvolte nell'elaborazione del linguaggio, nella pianificazione motoria e nel controllo della risposta inibitoria (Mosconi et al., 2010). Asimmetrie funzionali nell'emisfero sinistro vengono riscontrate sia nei soggetti autistici che nei loro famigliari e indicano una minore specializzazione tra gli emisferi per i processi linguistici e motori, in accordo con le frequenti anomalie di lateralizzazione cerebrale osservate nei soggetti con autismo (Mosconi et al., 2010). Dunque, è possibile che nei genitori non affetti, la presenza di queste difficoltà comporti una minore abilità nell'integrazione sensomotoria e nella previsione temporale del movimento, suggerendo che la disregolazione cerebellare possa rappresentare un marcatore ereditario di vulnerabilità neurobiologica anziché un sintomo evidente della patologia (Bojanek et

al., 2025). Questo supporta l'ipotesi di endofenotipi<sup>9</sup>, ovvero tratti che rappresentano marcatori intermedi tra la predisposizione genetica e l'espressione fenotipica della condizione (Gottesman & Gould, 2003).

Dal punto di vista socio-comunicativo, nei parenti di primo grado non affetti sono state riscontrate lievi anomalie pragmatiche, prosodiche e comportamentali quali una flessibilità conversazionale ridotta, minore capacità di percepire segnali sociali, tendenza a comportamenti ripetitivi e schemi cognitivi rigidi; essi rientrano nella definizione di “*Broad Autism Phenotype*” (BAP – Fenotipo Allargato dell'Autismo) (Mosconi et al., 2010; Bojanek et al., 2025).

Il BAP si definisce come un complesso di tratti autistici subclinici che risultano comuni nei genitori di individui con autismo (Rubenstein & Chawla, 2018). Questi non interferiscono in modo marcato con le capacità funzionali e di conseguenza non raggiungono il livello di gravità clinica osservata nell'autismo (Rubenstein & Chawla, 2018). Inoltre, il BAP non riguarda solo comportamenti sociali o comunicativi, ma è correlato ad aspetti cognitivi quali coerenza centrale debole, ridotto funzionamento esecutivo e anomalie nel processamento neurale (Rubenstein & Chawla, 2018). Studiare il BAP nei genitori è fondamentale in quanto una quota significativa dell'eziologia dell'autismo è riconducibile all'ereditarietà (Rubenstein & Chawla, 2018). Per cui, identificando sottogruppi definiti dal BAP, è possibile ridurre la variabilità, genotipica e fenotipica, ottenendo campioni più omogenei, soprattutto quando i dati genomici disponibili non sono completi (Rubenstein & Chawla, 2018).

---

<sup>9</sup> Gli endofenotipi sono caratteristiche misurabili ma non direttamente osservabili, che legano i tratti fenotipici al genotipo sottostante (Gottesman & Gould, 2003). Rappresentano aspetti genetici più semplici da misurare rispetto al fenotipo complesso; questo suggerisce che i disturbi complessi possano essere scomposti consentendo analisi genetiche più dirette e proficue.

Indagini su larga scala hanno dimostrato che i tratti autistici presenti nei genitori aumentano il rischio di autismo nella prole (Mous et al., 2017). Al contempo, altri studi hanno evidenziato che non solo i BAP, ma anche altre difficoltà del neurosviluppo, quali problemi motori o attentivi, tendono a manifestarsi nei bambini con autismo (Mous et al., 2017). Sin dal 1997, si eseguivano studi per capire se anche nei genitori non affetti di bambini autistici emergessero deficit a livello delle funzioni esecutive (Hughes et al., 1997). Queste sono centrali nell'autismo, per cui i ricercatori hanno suggerito che anche nei genitori dovessero presentarsi tali difficoltà, pur in forma più lieve (Hughes et al., 1997). I risultati indicano che effettivamente l'autismo è il risultato di una vulnerabilità neurobiologica familiare e che, di conseguenza, compromissioni nelle funzioni esecutive possono essere una manifestazione debole di tratti autistici ereditati (Hughes et al., 1997). Lo studio di Hughes e colleghi (1997) riporta una correlazione significativa tra i deficit nelle funzioni esecutive e le valutazioni pre-test di anomalie sociali nei genitori del gruppo "Autismo". Ciò connette le disfunzioni esecutive che generalmente sono legate ai comportamenti ripetitivi e rigidi, alle difficoltà socio-comunicative del BAP (Hughes et al., 1997). Dunque, gli autori ipotizzano che i problemi nelle funzioni esecutive abbiano un ruolo anche nel fenotipo comportamentale dell'autismo, comprendendo le fatiche sociali e comunicative, in quanto le relazioni sociali necessitano di gestire situazioni sconosciute e ambigue, in cui le capacità esecutive sono essenziali (Hughes et al., 1997).

In conclusione, la presenza di atipicità negli aspetti motori e socio-comunicativi nei genitori non affetti, rafforza l'ipotesi secondo cui l'autismo derivi da vulnerabilità neurobiologiche condivise tra membri della stessa famiglia che si manifestano lungo un continuum fenotipico,

includendo tratti subclinici rilevabili e quantificabili (Gottesman & Gould, 2003).

Dunque, gli endofenotipi, rappresentano uno strumento essenziale nell'indagine dei meccanismi genetici e cerebellari sottostanti il disturbo e nell'identificazione di marcatori rilevanti negli studi traslazionali (Mosconi et al., 2010; Mosconi et al., 2015; Bojanek et al., 2025).

## CAPITOLO 3

### PROFILI MOTORI E SOCIO-COMUNICATIVI IN AUTISMO: UNO STUDIO FAMILIARE

#### 3.1 Materiali e metodi

##### 3.1.1 Partecipanti

A seguito dell'approvazione da parte del comitato territoriale di riferimento (Comitato Etico territoriale Lombardia 2) del progetto di ricerca "*MovAUT*" – *caratterizzazione di pathways sensomotori (a)tipici in autismo* – è stato avviato il reclutamento dei partecipanti, che risulta allo stato attuale ancora attivo.

I soggetti dello studio sono: bambini con disturbo dello spettro autistico (ASD), selezionati tra i pazienti della sede di Bosisio Parini dell'IRCCS Eugenio Medea, bambini a sviluppo tipico (di seguito anche TD – *typically developing*), coinvolti invece tramite scuole e pediatri della zona circostante l'istituto e rispettivi genitori.

Il campione totale considerato in questo progetto di tesi è rappresentato da 36 soggetti, di cui 8 bambini con disturbo dello spettro autistico (ASD), 4 bambini con sviluppo tipico (TD) e i loro genitori (24 in totale). Al momento della valutazione i bambini avevano un'età compresa tra i 3 anni e 7 mesi e i 12 anni e 4 mesi circa.

Per quanto riguarda i criteri di inclusione, lo studio ha previsto la partecipazione di bambini con ASD, dai 6 anni e 10 mesi ai 12 anni e 4 mesi circa e con una diagnosi effettuata da un medico neuropsichiatra con comprovata esperienza nel campo dell'autismo, secondo i criteri

diagnostici del DSM-5. Inoltre, tale diagnosi era soggetta a conferma mediante somministrazione dell'Autistic Diagnostic Observation Schedule (ADOS)<sup>10</sup> (Lord et al., 2000).

Relativamente al gruppo di controllo (TD), il principale criterio di inclusione era avere un'età corrispondente a quella del gruppo clinico e non avere parenti di primo grado con autismo o altri disturbi del neurosviluppo. In merito ai criteri di esclusione, avere condizioni mediche o neurologiche rilevanti, come l'epilessia, sindromi dismorfiche o genetiche, e assumere farmaci o psicofarmaci comprometteva la partecipazione allo studio.

### *3.1.2 Strumenti*

Il progetto “*MovAUT*” ha previsto l'adozione di questi strumenti standardizzati:

- Developmental Coordination Disorder Questionnaire (DCDQ) (Wilson et al., 2009).
- Social Responsiveness Scale 2 (SRS-2) (Constantino & Gruber, 2012)
- Sensory Profile 2 (Dunn, 2014)
- Questionario sul comportamento ripetitivo (RBS-EC) (Wolff et al., 2016)
- Autism Quotient e Autism Quotient-Child (AQ) (Baron-Cohen et al., 2001; Auyeung et al., 2008)
- Movement ABC-3 (Henderson & Barnett, 2023)

---

<sup>10</sup> L'Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS) è uno strumento utilizzato per la valutazione diagnostica dell'autismo. Venne introdotto negli anni '80 per standardizzare delle osservazioni dirette del comportamento sociale, della comunicazione e del gioco nei bambini con sospetto di disturbo dello spettro autistico (Lord et al., 2000)

- Adult Developmental Coordination Disorder Checklist (ADC) (Kirby et al., 2008)
- Scale Wechsler: WIPPSI III (Wechsler, 2002), WISC IV (Wechsler, 2003) WAIS IV (Wechsler, 2008).

Si riportano di seguito gli approfondimenti in merito agli strumenti utilizzati per le analisi statistiche di questo elaborato.

**Il Developmental Coordination Disorder Questionnaire (DCDQ)** è uno strumento di screening utilizzato per rilevare la presenza o meno di problemi motori – dunque rileva il rischio di sviluppare un disturbo della coordinazione motoria (DCD) – in soggetti di età compresa tra i 5 e i 15 anni (Wilson et al., 2009). È stato pubblicato per la prima volta nel 2000 e pochi anni dopo, nel 2007, ha subito la sua prima revisione, dando origine alla versione attuale (DCDQ'07) (Wilson et al., 2009). Il questionario è stato sviluppato in modo da poter essere compilato dai genitori, considerati affidabili nell'individuare eventuali problemi nello sviluppo dei propri figli (Wilson et al., 2009). Il DCDQ'07 esamina le abilità del bambino nelle attività di vita quotidiana, come il gioco, e in diversi ambienti, tra cui casa e scuola (Wilson et al., 2009). Lo strumento in questione non può essere utilizzato singolarmente per una diagnosi di DCD, ma va sempre considerato all'interno di una valutazione multidimensionale; tuttavia, è comunque riuscito a dimostrare la sua efficacia, risultando uno strumento essenziale nell'identificazione del DCD, grazie alle solide proprietà psicometriche (Wilson et al., 2009). Attualmente è in sviluppo anche una nuova versione del questionario dedicata a bambini in età prescolare – dai 3 ai 4 anni – denominato **Little Developmental Coordination Disorder Questionnaire (L-DCDQ)** (Wilson et al., 2009). Ciascuna delle due versioni è composta da 15 item che studiano nello specifico tre fattori: il controllo durante il movimento (mentre il bambino o un oggetto è in movimento), abilità di motricità fine e scrittura manuale, coordinazione

generale (Wilson et al., 2009). Grazie al lavoro di Caravale e colleghi (2014), lo strumento è stato adattato e validato per la popolazione italiana. Attraverso misurazioni con l'Alpha di Cronbach, per la versione italiana è stata rilevata una consistenza interna di .94; questo evidenzia l'uniformità tra tutti gli item che valutano la coordinazione motoria (Caravale et al., 2014). Inoltre, sono emersi risultati moderati/alti per l'affidabilità test-retest degli item 14 e 15 (Caravale et al., 2014). È stato riscontrato che il punteggio totale del questionario e i punteggi dei singoli item hanno distinto in modo significativo bambini con diagnosi clinica e strumentale di DCD e bambini di controllo a sviluppo tipico (Caravale et al., 2014). È stata analizzata anche la validità predittiva, osservata per verificare se la versione italiana del DCDQ'07 fosse in grado di determinare la stessa categoria diagnostica: dalle analisi risulta buona, con una sensibilità dell'88% e specificità del 96% (Caravale et al., 2014). Questo rivela una buona capacità di screening dello strumento (Caravale et al., 2014).

La **Social Responsiveness Scale 2 (SRS-2)** è una scala di valutazione composta da 65 item, sviluppata da Constantino e Gruber nel 2012. Essa analizza i sintomi associati al Disturbo dello Spettro Autistico (ASD) come deficit nel comportamento sociale e comportamenti ripetitivi e stereotipati (Bruni, 2014). La SRS-2 offre una misurazione indiretta delle caratteristiche relazionate all'ASD, sia secondo la prospettiva di osservatori esterni che secondo autovalutazione, possibile però solo per la forma Adulti (Bruni, 2014). Per questi motivi è importante che chi compila il questionario, abbia familiarità di almeno un mese del soggetto valutato e che presenti una buona abilità di lettura (Bruni, 2014). Il test è formato da quattro moduli di valutazione che riguardano tre fasce d'età:

1. Il modulo prescolare va dai 2 ai 4 anni ed è predisposto alla compilazione da parte di genitori e insegnanti (Bruni, 2014). Per

adattare gli item alla fascia d'età, questi sono stati leggermente modificati (Bruni, 2014).

2. Il modulo età scolare comprende dai 4 anni ai 18 anni ed è compilabile da genitori o insegnanti (Bruni, 2014).
3. Il modulo adulti va da 19 a 89 anni e può essere compilato da genitori, coniugi, amici e parenti (Bruni, 2014).
4. Il modulo adulti (dai 19 anni in su) comprende anche un'autovalutazione da parte dell'individuo stesso (Bruni, 2014).

Gli item vengono valutati su scala Likert da 1 (non vero) a 4 punti (quasi sempre vero) in tutti i moduli sopracitati (Bruni, 2014).

La SRS-2 andrebbe utilizzata all'interno di una valutazione più approfondita, accompagnata da interviste, un'osservazione diretta e altri metodi di valutazione (Bruni, 2014). Trattandosi di uno strumento ausiliare alla diagnosi clinica è molto importante che il livello di affidabilità sia elevato: l'adattamento italiano presenta un'Alpha di Cronbach che oscilla tra .91 e .96 (Zuddas et al., 2012). Le analisi confermano buona stabilità con livelli di test-retest che variano tra .77 a .85, una struttura unifattoriale stabile con differenze significative tra gruppi clinici e di controllo e una forte correlazione con l'ADI-R (strumento per la diagnosi differenziale dello spettro autistico) (Zuddas et al., 2012). Complessivamente lo strumento risulta affidabile, coerente, sensibile per la valutazione delle difficoltà socio-comunicative nei disturbi dello spettro (Zuddas et al., 2012).

L'**Autism Quotient (AQ)** (Baron-Cohen et al., 2001) è un questionario breve di autovalutazione, utile per misurare tratti associati allo spettro autistico negli adulti con intelligenza nella norma (Baron-Cohen et al., 2001). È composto da 50 item con risposta su scala Likert da 1 (decisamente d'accordo) a 4 (decisamente in disaccordo), e indaga 5 dimensioni fondamentali (5 sottoscale con 10 item ciascuna): abilità

sociali, cambiamento dell'attenzione, attenzione ai dettagli, comunicazione e immaginazione (Baron-Cohen et al., 2001). Il questionario viene compilato direttamente dall'adulto, ma in ambito di ricerca, è prevista in alcuni casi una versione compilabile dai genitori dell'adulto per avere un controllo (Baron-Cohen et al., 2001). Non si tratta di uno strumento diagnostico, bensì di una misura di screening e quantificazione dei tratti dello spettro autistico nella popolazione generale (Baron-Cohen et al., 2001). L'AQ ha dimostrato buone proprietà psicometriche. L'affidabilità test-retest mostra una correlazione adeguata ( $r = .7$ ) indicando una buona stabilità temporale, così come la consistenza interna, che presenta valori di Alpha di Cronbach da moderati ad alti per le cinque sottoscale (Baron-Cohen et al., 2001). La validità di costrutto è supportata dalla capacità dello strumento di discriminare correttamente tra soggetti con diagnosi e controlli (Baron-Cohen et al., 2001). Dunque, pur non essendo uno strumento diagnostico, l'AQ rappresenta un valido questionario di screening per la rilevazione di tratti autistici in adulti con intelligenza nella norma. Esiste anche una versione per bambini chiamata **Autism Quotient-Child**, progettata per quantificare tratti autistici in bambini tra i 4 e gli 11 anni, tramite questionario compilato dal genitore (Auyeung et al., 2008). Anche questa versione è formata da 50 item con risposta su scala Likert a 4 punti e dalle 5 sottoscale che indagano gli stessi costrutti della versione per adulti (Auyeung et al., 2008). Il questionario ha mostrato buone proprietà psicometriche, con una consistenza interna molto alta, sia per il questionario in generale (Alpha = .97), che per le sottoscale (.83 - .94) (Auyeung et al., 2008). L'AQ-Child mostra anche ottime capacità di affidabilità test-retest ( $r = .85$ ) e discriminativa tra bambini con diagnosi di autismo e controlli (Auyeung et al., 2008).

La **Movement Assessment Battery for Children-Third edition (MABC-3)** è uno strumento di valutazione standardizzato, al momento

validato e utilizzato unicamente nel Regno Unito, utile per identificare difficoltà motorie, monitorare queste ultime nel tempo e pianificare interventi personalizzati (Henderson & Barnett, 2023). È stato elaborato per supportare il lavoro di professionisti impegnati nel riconoscimento ed intervento a favore di individui con difficoltà motorie (Henderson & Barnett, 2023). La Movement ABC-3 è rivolta a bambini (dai 3 ai 6 anni e 11 mesi), ragazzi (dai 7 agli 11 anni e 11 mesi) e giovani adulti (dai 12 ai 25 anni e 11 mesi) (Henderson & Barnett, 2023). Grazie a questa articolazione vengono considerate le seguenti fasi evolutive: periodo prescolare, scuola primaria e scuola secondaria fino alla giovane età adulta (Henderson & Barnett, 2023). Come avviene per la MABC-2, la versione appena aggiornata indaga gli stessi tre domini, dunque, destrezza manuale, lancio e presa ed equilibrio (*Balance & Locomotion*) (Henderson & Barnett, 2023). Eccetto per la prima fascia d'età che comprende 7 compiti, le altre due consistono in 10 prove (Henderson & Barnett, 2023). Oltre la parte prestazionale del protocollo, la batteria prevede dei questionari per le diverse fasce d'età compilabili da una persona che conosce bene l'esaminato (per esempio un genitore) o per la giovane età adulta dal soggetto stesso (Henderson & Barnett, 2023). Queste checklist forniscono dati importanti sulle prestazioni motorie quotidiane e sull'impatto che tali difficoltà hanno nei diversi ambiti di vita (Henderson & Barnett, 2023). Il test è caratterizzato da buone proprietà psicometriche in termini di validità e attendibilità (Henderson & Barnett, 2023). Le analisi fattoriali confermano la capacità della Movement ABC-3 di misurare tre aree motorie distinte oltre che un fattore generale di abilità motoria (Henderson & Barnett, 2023). Inoltre, sono state osservate correlazioni elevate con la versione precedente della batteria, il che dimostra una buona continuità costruttuale, mentre, i coefficienti di affidabilità test-retest e inter-rater evidenziano sensibilità e coerenza dei punteggi (Henderson & Barnett, 2023). Nel complesso lo strumento permette misurazioni precise, sensibili

alle difficoltà ed è funzionale sia a scopo clinico che di ricerca (Henderson & Barnett, 2023). È tuttavia importante sottolineare che attualmente non esiste ancora una validazione italiana ufficiale del MABC-3. Pertanto, ai fini del presente studio, i punteggi sono stati ottenuti attraverso conversioni adattate dai dati normativi internazionali forniti nel manuale originale. Tali valori hanno funzione puramente indicativa e verranno ricontrollati e aggiornati non appena sarà disponibile una validazione italiana standardizzata dello strumento.

Le **Scale Wechsler** sono strumenti utilizzati per la valutazione del quoziente intellettivo (QI). Ancora oggi nel campo della valutazione psicologica continuano ad essere le batterie più utilizzate (Kaufman et al., 2006), e, da sempre, sono riconosciute come uno dei pochi “gold standard” tra gli strumenti clinici, scolastici, neuropsicologici (Hartman, 2009). In particolare, per questa ricerca sono stati impiegati la WIPPSI III (Wechsler, 2002), la WISC IV (Wechsler, 2003) e la WAIS IV (Wechsler, 2008).

La **Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence - III (WIPPSI-III)** è una misura di intelligenza che viene somministrata a bambini dai 2 anni e 6 mesi ai 7 anni e 3 mesi (Gordon, 2004). Il test è organizzato in due fasce d’età, la prima che arriva fino ai 3 anni e 11 mesi e la seconda che invece va dai 4 anni fino ai 7 anni e 3 mesi (Gordon, 2004). In entrambi i casi vengono prodotti dei punteggi composti per il QI Verbale (QIV), il QI di Performance (QIP) e un indicatore dello sviluppo del linguaggio chiamato Composito di Linguaggio Generale (CLG). Inoltre, per la fascia d’età più grande è previsto anche un punteggio di Quoziente di Velocità di Processamento (QVP) (Gordon, 2004). In totale la WIPPSI è costituita da 14 subtest, anche se per i bambini più piccoli (2 anni e 6 mesi – 3 anni e 11 mesi) ne vengono utilizzati solo 5 (Gordon, 2004). Il test ha mostrato un’elevata attendibilità per il Quoziente

Intellettivo Totale con un'attendibilità media di .99, mentre il QIV e QVP rivelano punteggi di .95 e .89 (Gordon, 2004). Questi dati significano che il test è in grado di produrre risultati coerenti e affidabili, per cui presenta una coerenza interna stabile (Gordon, 2004). Per quanto riguarda la validità, emergono evidenze solide di validità di costrutto, e forti correlazioni tra il test analizzato e altri strumenti di valutazione cognitiva dimostrando una validità correlazionale, a conferma del fatto che il test misura lo stesso costrutto generale di intelligenza (Gordon, 2004). Per il progetto “*MovAUT*” sono stati somministrati solo i subtest di Disegno con cubi (DC), Matrici Logiche (ML), Vocabolario (VC) e Somiglianze (SO).

La **Wechsler Intelligence Scale for Children – IV (WISC-IV)** è anch'essa una scala di valutazione del quoziente intellettivo (QI) utilizzata su bambini e adolescenti dai 6 anni ai 16 anni e 11 mesi (Kaufman et al., 2006). Con la WISC-IV è possibile ottenere un indice del Quoziente Intellettivo Totale (QIT) che rappresenta le abilità cognitive complessive del bambino, e altri 4 indici compositi: l'Indice di Comprensione verbale (ICV), l'Indice di Ragionamento Visuo-Percettivo (IRP), l'Indice di Memoria di Lavoro (IML) e l'Indice di Velocità di Elaborazione (IVE) (Kaufman et al., 2006; Styck et al., 2014). Il test in questione è costituito da 15 subtest, di cui 10 principali, che concorrono al calcolo dei QIT e 5 supplementari (Kaufman et al., 2006). La taratura italiana proposta da Orsini, Pezzuti e Picone (2012) della WISC-IV dimostra ottime proprietà psicometriche. Le analisi di attendibilità evidenziano coefficienti di consistenza interna (Alpha di Cronbach) compresi tra .84 e .96 per gli indici compositi principali (ICV, IRP, IML, IVP e QIT), mentre per i subtest variano tra .74 e .90 (Orsini, Pezzuti & Picone, 2012). La stabilità calcolata con il metodo test–retest risulta elevata ( $r = .79-90$ ) e le analisi fattoriali confermano una coerenza nella struttura a quattro indici, confermando il modello teorico di Wechsler (Orsini, Pezzuti & Picone,

2012). Infine, le correlazioni tra subtest e indici supportano la validità di costruito, il che conferma una buona solidità psicometrica e una coerenza interna dello strumento nella versione italiana (Orsini, Pezzuti & Picone, 2012). Per lo studio in questione sono stati utilizzati unicamente i subtest di Disegno con i cubi (DC), Somiglianze (SO), Ragionamento con le matrici (RM) e Vocabolario (VC).

La **Wechsler Adult Scale - IV (WAIS-IV)** viene invece utilizzata per la valutazione del quoziente intellettivo su adulti dai 16 ai 90 anni e 11 mesi (Hartman, 2009). Come lo strumento precedentemente citato, fornisce 5 punteggi composti, dunque il Quoziente Intellettivo Totale (QIT), l'Indice di Comprensione Verbale (ICV), l'Indice di Ragionamento Visuo-Perceptivo (IRP), l'Indice di Memoria di Lavoro (IML) e l'Indice di Velocità di Elaborazione (IVE) (Weiss et al., 2013), derivanti da 10 subtest principali e 5 opzionali (Hartman, 2009). Anche per questo strumento la validazione italiana conferma un ottimo adattamento per la struttura a quattro indici principali (ICV, IRP, IML, IVE) e le correlazioni tra subtest ( $r = .50-.73$ ) indicano una buona coerenza interna (Orsini & Pezzuti, 2013). I coefficienti di attendibilità dei 15 subtest medi variano da .77 a .90, mentre per il QI i valori medi presentano un punteggio di 0.97: questi dati confermano l'affidabilità e la validità di costruito della versione italiana (Orsini & Pezzuti, 2013). Per la ricerca di riferimento sono stati somministrati unicamente il Disegno con i cubi (DC) e il Vocabolario (VC).

### *3.1.3 Analisi dei dati*

Di seguito verranno riportati i risultati emersi dalle analisi statistiche condotte sui dati raccolti. Queste ultime sono state eseguite tramite l'utilizzo del software statistico Jamovi (versione 2.6.44) e SPSS (versione 21.0).

In un primo momento sono state condotte analisi descrittive preliminari per indagare la presenza di eventuali differenze significative tra i gruppi (bambini e genitori, TD e ASD) rispetto età, quoziente intellettivo (QI), per cui è stato utilizzato un test t per campioni indipendenti, e sesso, analizzato invece mediante test del chi-quadrato ( $\chi^2$ ). Successivamente, sono stati esaminati i punteggi relativi alle due principali misure di interesse: la Movement Assessment Battery for Children (MABC-3), per la valutazione delle abilità motorie e la Social Responsiveness Scale (SRS-2) per la valutazione delle abilità socio-comunicative. Per entrambe, dopo le analisi descrittive, sono stati effettuati test t per campioni indipendenti, in modo da confrontare i gruppi TD e ASD, sia nei bambini che nei genitori. Tuttavia, nei casi di presupposti di normalità e omogeneità delle varianze non soddisfatti, è stato applicato il test non parametrico di Mann-Whitney. Infine, con l'utilizzo del coefficiente di correlazione intraclassa (ICC – *Intraclass Correlation Coefficient*) è stata condotta un'analisi delle somiglianze intra-familiari nei profili motori. Tale approccio consente di valutare in quale misura emergono profili di prestazione simili tra genitori e figli. Per tale analisi è stato adottato un modello a due vie a effetti misti. Dunque, sono state descritte sia le stime delle misure singole (*single-measure*), che esprimono l'accordo tra i singoli punteggi –tra due persone specifiche – sia le misure medie (*average-measure*) – cioè, un punteggio che quantifica il livello di accordo, tenendo presente la media dei due valori.

Queste analisi mirano a confrontare i profili motori e sociali di bambini e genitori appartenenti ai due gruppi (TD e ASD) ed esplorare eventuali somiglianze intergenerazionali nei profili di funzionamento motorio e socio-comunicativo.

### 3.2 Risultati

La **Tabella 1** mostra le statistiche descrittive relative ad età e quoziente intellettivo (IQ) dei due gruppi di bambini coinvolti nello studio. I bambini a sviluppo tipico (TD children) presentano un'età media di 5.69 (SD = 2.67), mentre, i bambini con autismo (ASD children) rivelano un'età media di 9.50 (SD = 1.57). Rispetto al quoziente intellettivo, nei bambini TD si osservano valori medi più elevati (M = 120.75, SD = 8.06) rispetto ai bambini ASD (M = 101.25, SD = 19.14). È opportuno considerare che il test t per campioni indipendenti ha riscontrato una differenza significativa tra i gruppi per l'età (**Tabella 2**) ( $t(10) = -3.16, p = .010$ ), con i bambini ASD mediamente più grandi rispetto ai bambini TD. Relativamente al quoziente intellettivo non sono emerse differenze significative ( $t(10) = 1.92, p = .084$ ), indicando livelli cognitivi comparabili tra i due gruppi. Questi dati ci consentono di individuare le principali differenze tra i due gruppi, da tenere in considerazione nel proseguimento delle analisi.

**Tabella 1**

*Statistiche descrittive per età e QI nei gruppi di bambini TD e ASD*

|     | Gruppo       | N | Media         | Mediana | SD           | SE    |
|-----|--------------|---|---------------|---------|--------------|-------|
| AGE | TD children  | 4 | <b>5.69</b>   | 4.77    | <b>2.67</b>  | 1.34  |
|     | ASD children | 8 | <b>9.50</b>   | 9.61    | <b>1.57</b>  | 0.555 |
| IQ  | TD children  | 4 | <b>120.75</b> | 122.00  | <b>8.06</b>  | 4.03  |
|     | ASD children | 8 | <b>101.25</b> | 99.00   | <b>19.14</b> | 6.768 |

## Tabella 2

### Test t a campioni indipendenti

|     |              | Statistiche | gdl  | p            |
|-----|--------------|-------------|------|--------------|
| AGE | t di Student | -3.16       | 10.0 | <b>0.010</b> |
| IQ  | t di Student | 1.92        | 10.0 | 0.084        |

Nota.  $H_a \mu_{TD\ children} \neq \mu_{ASD\ children}$

La **Tabella 3** riporta le analisi descrittive relative al campione dei genitori rispetto all'età e al quoziente intellettivo (IQ). I genitori dei bambini a sviluppo tipico (TD parents) presentano un'età media pari a 39.8 (SD = 4.26), inferiore all'età media osservata nei genitori del gruppo ASD (ASD parents) (M = 48.2, SD = 6.86). Tale differenza d'età è stata analizzata in modo più approfondito mediante test t (**Tabella 4**), che ha evidenziato una significatività nel dato ( $t(22) = -3.14, p = .005$ ). Rispetto al quoziente intellettivo (IQ) (**Tabella 3**) i genitori TD mostrano un punteggio IQ medio di 113.8 (SD = 19.38), leggermente più alto rispetto al IQ medio dei genitori del gruppo ASD (M = 100.2, SD = 15.10): in questo caso il test t (**Tabella 4**) non ha riportato differenze significative per il quoziente intellettivo ( $t(22) = 1.89, p = .072$ ).

## Tabella 3

### Statistiche descrittive per età e QI nei gruppi dei genitori TD e ASD

|     | Gruppo      | N  | Media        | Mediana | SD           | SE   |
|-----|-------------|----|--------------|---------|--------------|------|
| AGE | TD parents  | 8  | <b>39.8</b>  | 38.8    | <b>4.26</b>  | 1.51 |
|     | ASD parents | 16 | <b>48.2</b>  | 45.2    | <b>6.86</b>  | 1.71 |
| IQ  | TD parents  | 8  | <b>113.8</b> | 109.5   | <b>19.38</b> | 6.85 |
|     | ASD parents | 16 | <b>100.2</b> | 96.0    | <b>15.10</b> | 3.77 |

#### Tabella 4

##### *Test t a campioni indipendenti*

|     |              | Statistiche | gdl  | p            |
|-----|--------------|-------------|------|--------------|
| AGE | t di Student | -3.14       | 22.0 | <b>0.005</b> |
| IQ  | t di Student | 1.89        | 22.0 | 0.072        |

Nota.  $H_a \mu_{TD\ parents} \neq \mu_{ASD\ parents}$

Sebbene siano presenti differenze significative di età tra gruppi, la variabile non è stata inserita come covariata nelle analisi successive, poiché i punteggi della MABC-3 (*Standard Scores*) e della SRS-2 (*T-scores*) risultano già normalizzati per età.

Le analisi riportate di seguito, sono state condotte con l'obiettivo di indagare la presenza di eventuali differenze significative legate al sesso dei bambini. Nella **Tabella 5** è possibile osservare la distribuzione del sesso nei due gruppi di bambini (TD e ASD). Nello specifico il gruppo TD è composto da 2 bambine 2 bambini, mentre il gruppo ASD include 1 bambina e 7 bambini. Il test del chi-quadrato ( $\chi^2$ ) (**Tabella 6**) non ha riscontrato differenze statisticamente significative nella distribuzione di maschi e femmine tra i due gruppi ( $\chi^2(1, N = 12) = 2.00, p = .157$ ). Questo suggerisce che, nonostante la maggiore presenza di maschi nel gruppo ASD, la differenza non risulta statisticamente significativa, presumibilmente a causa della ridotta numerosità campionaria.

#### Tabella 5

##### *Distribuzione del sesso nei gruppi di bambini TD e ASD*

| diagnosis_children | SEX      |          | Totale |
|--------------------|----------|----------|--------|
|                    | F        | M        |        |
| TD children        | <b>2</b> | <b>2</b> | 4      |
| ASD children       | <b>1</b> | <b>7</b> | 8      |

| diagnosis_children | SEX |   | Totale |
|--------------------|-----|---|--------|
|                    | F   | M |        |
| Totale             | 3   | 9 | 12     |

**Tabella 6**

*Test  $\chi^2$ : distribuzione del sesso nei gruppi di bambini TD e ASD*

|          | Valore | gdl | p     |
|----------|--------|-----|-------|
| $\chi^2$ | 2.00   | 1   | 0.157 |
| N        | 12     |     |       |

La **Tabella 7** mostra le statistiche descrittive relative a due variabili: punteggi totali ottenuti nella Movement ABC-3 e nella SRS-2 nei quattro gruppi oggetto di studio.

In riferimento alla MABC-3, è stato effettuato il confronto tra i due gruppi mediante test t per campioni indipendenti e, in presenza di violazioni dei presupposti di normalità è stato utilizzato il test non parametrico di Mann-Whitney. Si osserva una performance motoria significativamente superiore nel gruppo dei bambini TD (M = 50.3, SD = 7.14) a confronto con bambini ASD (M = 33.9, SD = 8.90). Relativamente alla SRS-2 invece, i bambini con autismo mostrano punteggi più alti (M = 74.5, SD = 10.3) indicativi di maggiori difficoltà sociali rispetto ai bambini a sviluppo tipico (M = 55.3, SD = 9.98).

Nel gruppo dei genitori si riscontra un andamento analogo, anche se in misura ridotta. Per cui, i genitori TD ottengono punteggi più alti nei compiti di coordinazione motoria (M = 52.3, SD = 3.69), comparati con i genitori ASD (M = 40.8, SD = 8.45). Viceversa, per la componente sociale, i genitori ASD esprimono difficoltà più accentuale, quindi, punteggi più

alti (M = 54.8, SD = 17.0), in confronto al gruppo genitori TD (M = 48.4, SD = 8.18).

**Tabella 7**

*Statistiche descrittive dei punteggi Movement ABC-3 e SRS-2 nei gruppi di bambini e genitori (TD e ASD)*

|                     | Gruppo       | mabc_total_ss | srs_tot_t_c |
|---------------------|--------------|---------------|-------------|
| N                   | TD children  | 4             | 4           |
|                     | ASD children | 8             | 8           |
|                     | TD parents   | 8             | 8           |
|                     | ASD parents  | 16            | 16          |
| Mancanti            | TD children  | 0             | 0           |
|                     | ASD children | 0             | 0           |
|                     | TD parents   | 0             | 0           |
|                     | ASD parents  | 0             | 0           |
| Media               | TD children  | <b>50.3</b>   | <b>55.3</b> |
|                     | ASD children | <b>33.9</b>   | <b>74.5</b> |
|                     | TD parents   | <b>52.3</b>   | <b>48.4</b> |
|                     | ASD parents  | <b>40.8</b>   | <b>54.8</b> |
| Deviazione standard | TD children  | <b>7.14</b>   | <b>9.98</b> |
|                     | ASD children | <b>8.90</b>   | <b>10.3</b> |
|                     | TD parents   | <b>3.69</b>   | <b>8.18</b> |
|                     | ASD parents  | <b>8.45</b>   | <b>17.0</b> |

Tenendo conto della ridotta dimensione del campione è stato effettuato il test non parametrico di Mann-Whitney. Dall'analisi è emersa una differenza statisticamente significativa nei punteggi totali ottenuti nella MABC-3 tra bambini TD e ASD (**Tabella 8**) ( $U = 2.00$ ,  $p = .022$ ) confermando le difficoltà motorie presenti nel gruppo di bambini con ASD.

### Tabella 8

*Test U di Mann-Whitney sul punteggio totale MABC-3 nei bambini TD e ASD*

|               |                   | Statistiche | gdl | p            |
|---------------|-------------------|-------------|-----|--------------|
| mabc_total_ss | U di Mann-Whitney | 2.00        |     | <b>0.022</b> |

Nota.  $H_a \mu_{TD\ children} \neq \mu_{ASD\ children}$

Analogamente per il gruppo dei genitori (TD e ASD) è stata condotta un'analisi inferenziale per verificare la significatività dei punteggi ottenuti nella MABC-3. Come riporta la **Tabella 9**, Il test non parametrico di Mann-Whitney ha evidenziato una differenza significativa nelle abilità motorie tra i due gruppi di genitori ( $U = 16.5, p = .004$ ). Questi dati sostengono quanto emerso dalle descrittive, evidenziando che i genitori del gruppo TD ( $M = 52.3, SD = 3.69$ ) ottengono punteggi significativamente superiori rispetto ai genitori del gruppo ASD ( $M = 40.8, SD = 8.45$ ). Dunque, non solo sono presenti differenze significative nelle abilità motorie tra bambini a sviluppo tipico e bambini con disturbo dello spettro autistico, ma anche tra i genitori.

### Tabella 9

*Test U di Mann-Whitney sul punteggio totale MABC-3 nei genitori TD e ASD*

|               |                   | Statistiche | gdl | p            |
|---------------|-------------------|-------------|-----|--------------|
| mabc_total_ss | U di Mann-Whitney | 16.5        |     | <b>0.004</b> |

Nota.  $H_a \mu_{TD\ parents} \neq \mu_{ASD\ parents}$  - il test di Levene è significativo ( $p < .05$ ), suggerendo una violazione dell'assunzione di varianze uguali

Anche per i punteggi ottenuti nella SRS-2 è stato svolto il test di Mann-Whitney ( $U = 2.00, p = .022$ ) (**Tabella 10**) che ha confermato la presenza

di differenze significative nelle competenze sociali tra bambini ASD e bambini TD.

### Tabella 10

*Test U di Mann-Whitney sul punteggio totale SRS-2 nei bambini TD e ASD*

|                               | Statistiche | gdl | p            |
|-------------------------------|-------------|-----|--------------|
| srs_tot_t_c U di Mann-Whitney | 2.00        |     | <b>0.022</b> |

Nota.  $H_a \mu_{TD \text{ children}} \neq \mu_{ASD \text{ children}}$

In questo caso, il test non parametrico di Mann-Whitney (**Tabella 11**) non ha rivelato differenze significative tra i due gruppi ( $U = 52.5, p = .500$ ).

### Tabella 11

*Test U di Mann-Whitney sul punteggio totale SRS-2 nei bambini TD e ASD*

|                               | Statistiche | gdl | p     |
|-------------------------------|-------------|-----|-------|
| srs_tot_t_c U di Mann-Whitney | 52.5        |     | 0.500 |

Nota.  $H_a \mu_{TD \text{ parents}} \neq \mu_{ASD \text{ parents}}$

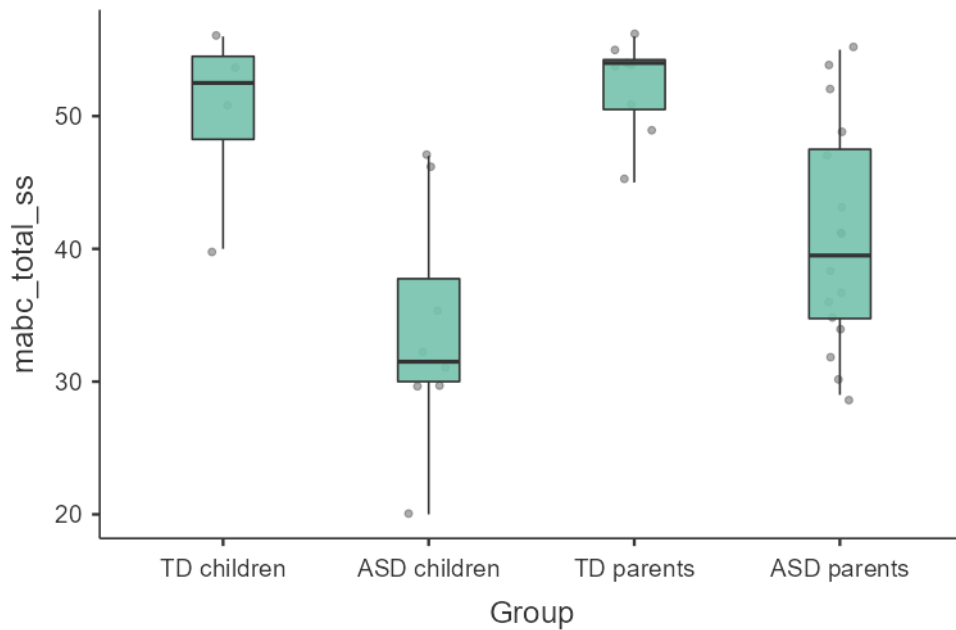
Dai grafici riportati qui di seguito è possibile osservare la distribuzione dei punteggi ottenuti nella MABC-3 e nella SRS-2 dai 4 gruppi del campione, dunque, bambini a sviluppo tipico (TD children), bambini con autismo (ASD children), genitori di bambini a sviluppo tipico (TD parents) e genitori di bambini con autismo (ASD parents). È importante precisare che, sebbene il grafico mostri tutti e 4 i gruppi, i confronti statistici sono stati effettuati separatamente, dunque accoppiando bambini ASD e bambini TD, e, genitori ASD e genitori TD.

Il **Grafico 1** mostra punteggi mediamente più alti nel gruppo dei bambini a sviluppo tipico (TD) rispetto quelli ottenuti invece dai bambini con

autismo (ASD) nella MABC-3. In riferimento al gruppo genitori, si possono osservare valori medi più elevati e una minore dispersione nei punteggi nel gruppo dei genitori TD.

### Grafico 1

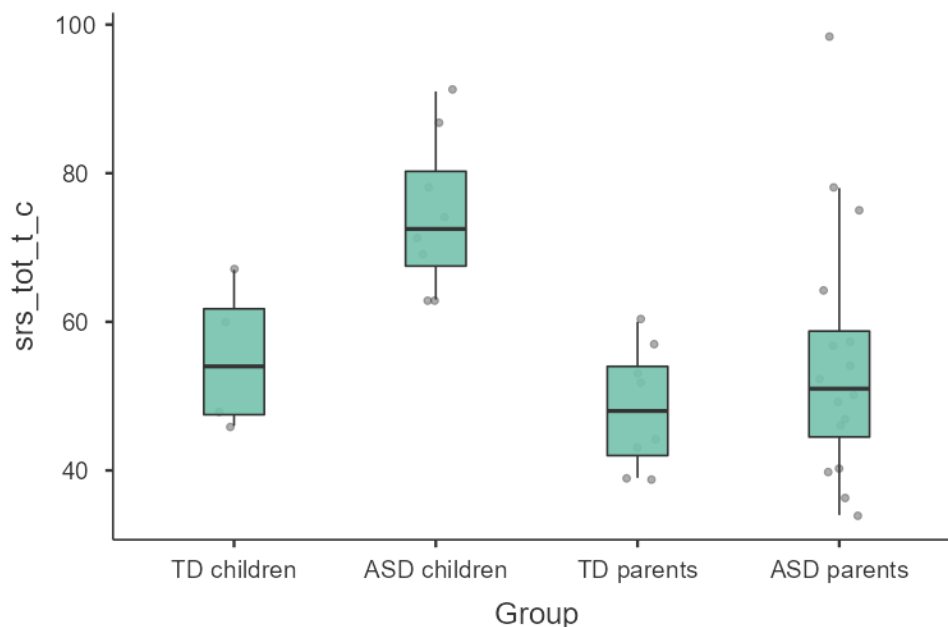
*Distribuzione dei punteggi totali alla MABC-3 nei gruppi di bambini e genitori (TD e ASD)*



Il **Grafico 2** ci permette di vedere con più chiarezza i punteggi più elevati nella SRS-2 nei bambini con ASD rispetto ai bambini a sviluppo tipico. Allo stesso modo, anche nel gruppo dei genitori troviamo lo stesso andamento, per cui i genitori di bambini con autismo, presentano punteggi più alti alla SRS-2 rispetto ai genitori del gruppo TD.

## Grafico 2

*Distribuzione dei punteggi totali alla SRS-2 nei gruppi di bambini e genitori (TD e ASD)*



È importante tenere presente che, nell'ambito del progetto di ricerca più ampio da cui provengono questi dati, sono state altresì considerate analisi inferenziali multigruppo (ANOVA a quattro condizioni) al fine di indagare congiuntamente le differenze tra bambini e genitori TD e ASD. Tuttavia, nel presente elaborato vengono riportati esclusivamente i confronti tra gruppi indipendenti (bambini TD vs ASD e genitori TD vs ASD), in linea con gli obiettivi preliminari della tesi e con il carattere esplorativo del campione attuale.

A tal fine, è stata fatta una suddivisione in due sottogruppi sulla base della presenza di tratti del *Broad Autism Phenotype* (BAP): famiglie **BAP-**, in cui entrambi i genitori mostrano tratti autistici sottosoglia, e famiglie **BAP+**, dove almeno un genitore presenta tratti sopra soglia. Scopo di queste analisi è verificare la presenza di una maggiore somiglianza

intrafamiliare nelle abilità motorie nelle famiglie con tratti autistici sopra soglia (BAP+).

La **Tabella 12** mostra i dati relativi al confronto tra mamme e bambini del gruppo TD, cioè, famiglie senza autismo e senza tratti BAP. I risultati non riportano alcuna corrispondenza significativa tra mamma e bambino nelle abilità motorie ( $p = .760$ ). A confermare questo risultato, gli intervalli di confidenza al 95% includono lo zero, il che comporta l'assenza di una somiglianza tra le prestazioni motorie di madri e figli TD.

### Tabella 12

*ICC MABC-3 total SS madre (TD) – figlio (TD)*

|                   | Correlazione<br><i>intraclasse</i> | Intervallo di confidenza<br>95% |                     | Test F con il valore 0 Vero |     |     |      |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|------|
|                   |                                    | Limite<br>inferiore             | Limite<br>superiore | Valore                      | df1 | df2 | p    |
| Misure<br>singole | -.604                              | -1.646                          | .773                | .407                        | 3   | 3   | .760 |
| Misure<br>medie   | -3.048                             | 5.094                           | .872                | .407                        | 3   | 3   | .760 |

Nella **Tabella 13** sono presenti i coefficienti di correlazione intraclasse in riferimento alle prestazioni motorie di madri BAP-, dunque con tratti autistici sotto soglia, e figli (ASD). Come per il caso precedente, sia l'ICC per misure singole ( $ICC = -.386$ ) sia quello per misure medie ( $ICC = -1.255$ ) non risultano statisticamente significativi ( $p = .886$  per entrambe le stime). E anche questa volta, la presenza dello zero negli intervalli di confidenza al 95% supporta l'assenza di concordanza tra le prestazioni motorie di madri e figli.

**Tabella 13***ICC MABC-3 total SS madre (BAP-) – figlio (ASD)*

|                   | Correlazione<br><i>intraclasse</i> | Intervallo di confidenza<br>95% |                     | Test F con il valore 0 Vero |     |     |      |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|------|
|                   |                                    | Limite<br>inferiore             | Limite<br>superiore | Valore                      | df1 | df2 | p    |
| Misure<br>singole | -.386                              | -.541                           | .543                | .207                        | 3   | 3   | .886 |
| Misure<br>medie   | -1.255                             | -2.356                          | .704                | .207                        | 3   | 3   | .886 |

Nella **Tabella 14** vengono riportati i coefficienti di correlazione intraclasse per le abilità motorie tra madri BAP+ e figli con autismo. In questo caso, emerge una correlazione positiva forte tra le prestazioni motorie di madre e figlio, infatti si osserva nelle misure singole un ICC di .888 ( $p = .004$ ), e nelle misure medie un punteggio ICC di .940 ( $p = .004$ ). Tali dati supportano la presenza di una somiglianza nelle abilità motorie tra madri e figli appartenenti al gruppo BAP+. In questo caso, lo zero non è incluso negli intervalli di confidenza al 95%, di conseguenza viene ulteriormente confermata la significatività del risultato.

**Tabella 14***ICC MABC-3 total SS madre (BAP+) – figlio (ASD)*

|                   | Correlazione<br><i>intraclasse</i> | Intervallo di confidenza<br>95% |                     | Test F con il valore 0 Vero |     |     |             |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|-------------|
|                   |                                    | Limite<br>inferiore             | Limite<br>superiore | Valore                      | df1 | df2 | p           |
| Misure<br>singole | <b>.888</b>                        | -.042                           | .992                | 60.187                      | 3   | 3   | <b>.004</b> |
| Misure<br>medie   | <b>.940</b>                        | -.089                           | .996                | 60.187                      | 3   | 3   | <b>.004</b> |

La **Tabella 15** riporta gli ICC relativi le abilità motorie di padri e figli a sviluppo tipico. A differenza di quanto emerso nel confronto madri-figli TD, in questo caso risulta significativa una corrispondenza intra-familiare, con un ICC per misure singole di .872 ( $p = .016$ ) e per misure medie di

.931 ( $p = .016$ ). Gli intervalli di confidenza al 95% non includono lo zero, per cui viene ribadita la presenza di una concordanza significativa tra le prestazioni motorie di padri e figli appartenenti al gruppo TD.

**Tabella 15**

*ICC MABC-3 total SS padre (TD) – figlio (TD)*

|                   | Correlazione<br><i>intraclasse</i> | Intervallo di confidenza<br>95% |                     | Test F con il valore 0 Vero |     |     |             |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|-------------|
|                   |                                    | Limite<br>inferiore             | Limite<br>superiore | Valore                      | df1 | df2 | p           |
| Misure<br>singole | <b>.872</b>                        | .147                            | .991                | 21.145                      | 3   | 3   | <b>.016</b> |
| Misure<br>medie   | <b>.931</b>                        | .257                            | .995                | 21.145                      | 3   | 3   | <b>.016</b> |

Dalla **Tabella 16** si osservano i coefficienti di correlazione intraclasse riferiti alle prestazioni motorie di padri BAP- e figli con ASD. L'ICC per misure singole mostra un punteggio di .160 ( $p = .317$ ), mentre per le misure medie il dato è pari a .276 ( $p = .317$ ). In questo caso, non si riscontra alcuna corrispondenza significativa tra le abilità motorie di padri e figli. A conferma di ciò, gli intervalli di confidenza al 95% includono lo zero, evidenziando l'assenza di una correlazione nelle performance motorie di padre e figlio.

**Tabella 16**

*ICC MABC-3 total SS padre (BAP-) – figlio (ASD)*

|                   | Correlazione<br><i>intraclasse</i> | Intervallo di confidenza<br>95% |                     | Test F con il valore 0 Vero |     |     |      |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|------|
|                   |                                    | Limite<br>inferiore             | Limite<br>superiore | Valore                      | df1 | df2 | p    |
| Misure<br>singole | .160                               | -.234                           | .860                | 1.824                       | 3   | 3   | .317 |
| Misure<br>medie   | .276                               | -.611                           | .925                | 1.824                       | 3   | 3   | .317 |

Infine, la **Tabella 17** mostra gli ICC delle abilità motorie tra padri con BAP+ e figli con diagnosi di ASD. Si osserva una forte somiglianza nelle prestazioni motorie tra padre e figlio in questo gruppo. Nello specifico, per le misure singole l'ICC risulta pari a .862 ( $p = .022$ ) mentre, per le misure medie corrisponde a .926 ( $p = .022$ ), evidenziando una correlazione statisticamente significativa. A supporto di questi dati, gli intervalli di confidenza al 95% non includono lo zero. Dunque, nelle famiglie BAP+ emerge una marcata somiglianza nelle competenze motorie di padre e figlio con ASD.

### Tabella 17

*ICC MABC-3 total SS padre (BAP+) – figlio (ASD)*

|                   | Correlazione<br><i>intraclasse</i> | Intervallo di confidenza<br>95% |                     | Test F con il valore 0 Vero |     |     |             |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|-------------|
|                   |                                    | Limite<br>inferiore             | Limite<br>superiore | Valore                      | df1 | df2 | p           |
| Misure<br>singole | <b>.862</b>                        | .160                            | .990                | 17.014                      | 3   | 3   | <b>.022</b> |
| Misure<br>medie   | <b>.926</b>                        | .276                            | .995                | 17.014                      | 3   | 3   | <b>.022</b> |

### 3.3 Discussione

Obiettivo di questo elaborato era indagare possibili differenze nelle abilità motorie e socio-comunicative tra bambini con autismo e bambini a sviluppo tipico, soffermandosi, in un secondo momento, sull'analisi di possibili somiglianze intra-familiari nel dominio motorio in relazione alla presenza di tratti del *Broad Autism Phenotype* (BAP) nei genitori. Coerentemente con la letteratura, i bambini con diagnosi di autismo hanno mostrato punteggi significativamente più bassi alla MABC-3 (**Tabella 8**) ( $p = .022$ ) e più elevati alla SRS-2 (**Tabella 10**) ( $p = .022$ ), indicando rispettivamente una maggiore compromissione nelle abilità motorie e

difficoltà più marcate nella componente socio-comunicativa (Bhat, 2020a; Crippa et al., 2021; Lord et al., 2018; Happé & Frith, 2020). In linea con questi risultati, dal **Grafico 1** è possibile osservare una chiara prestazione di coordinazione motoria globale, migliore nello sviluppo tipico, rispetto alle difficoltà evidenziate e, già emerse dai risultati quantitativi, nelle abilità motorie fini e grossolane nel gruppo dei bambini ASD ( $U = 2.00, p = .022$ ). Allo stesso tempo, è evidente una maggiore variabilità nei punteggi ottenuti dai bambini con autismo, a conferma dell'eterogeneità del profilo motorio nell'ASD, in accordo con la letteratura che sottolinea la diversità delle manifestazioni nello spettro (Bhat, 2020; Crippa et al., 2021; De Francesco et al., 2023; Miller et al., 2023; Wang et al., 2022). Analogamente, anche i genitori di bambini ASD hanno evidenziato punteggi inferiori e statisticamente significativi nella MABC-3 (**Tabella 9**) ( $p = .004$ ) rispetto ai genitori di bambini a sviluppo tipico, in accordo con studi che attestano alterazioni motorie nel fenotipo ampliato dell'autismo (Mosconi et al., 2010; Esposito & Paşca, 2013; Bojanek et al., 2025). Nonostante la differenza tra i genitori sia meno marcata in confronto a quella individuata tra i gruppi di bambini, i dati mostrano come il profilo motorio dei genitori TD sia più stabile. Potenzialmente, i punteggi più bassi ottenuti dai genitori di bambini con autismo possono essere ricondotti a tratti condivisi a livello familiare o genetico. In riferimento invece alla dimensione sociale, il **Grafico 2** mostra chiaramente le differenze tra i due gruppi di bambini e i due gruppi di genitori, evidenziando come maggiori difficoltà socio-comunicative, siano presenti tra bambini con autismo e rispettivi genitori. I risultati ottenuti dai genitori ASD, pur non raggiungendo una significatività statistica (**Tabella 11**), sono coerenti con studi che riconoscono la presenza di tratti subclinici nei familiari di bambini con autismo (Rubenstein & Chawla, 2018; Hughes et al., 1997). Inoltre, la maggiore dispersione dei dati nei gruppi ASD, sottolinea una variabilità individuale più ampia, coerente con

l'eterogeneità del disturbo autistico (**Grafico 2**). Questi risultati suggeriscono una possibile tendenza intergenerazionale nelle abilità motorie e socio-comunicative, indicando che alcuni aspetti del funzionamento osservati nei bambini possano riflettersi, seppur in modo attenuato, nei rispettivi genitori. Successivamente, mediante coefficiente di correlazione intraclasse, è stata approfondita l'indagine in merito la presenza o meno di somiglianze nelle abilità motorie tra genitori e figli, con l'obiettivo di analizzare una possibile continuità intra-familiare nei pattern motori. Nei nuclei TD è emersa una correlazione significativa tra padre e figlio (**Tabella 15**) ( $p = .016$ ), mentre non è stata osservata alcuna somiglianza tra madre e figlio (**Tabella 12**). Nelle famiglie BAP-, con entrambi i genitori con tratti dello spettro autistico sottosoglia, non sono state rilevate corrispondenze significative tra genitori e figli in nessun caso (**Tabella 13, Tabella 16**). Al contrario, nelle famiglie BAP+, in cui almeno uno dei genitori mostra tratti sopra soglia, emerge una somiglianza nelle abilità motorie sia nella diade madre-figlio (**Tabella 14**) ( $p = .004$ ) che padre-figlio (**Tabella 17**) ( $p = .022$ ). Questi dati suggeriscono che la presenza di tratti autistici sopra soglia nei genitori sia legata ad una maggiore concordanza motoria tra genitori e figli, identificando nel dominio motorio un possibile indicatore di familiarità associata all'autismo, più costante e meno sensibile alle influenze ambientali in confronto al dominio socio-comunicativo. Dunque, la concordanza nelle abilità motorie, che si manifesta in modo specifico nelle famiglie BAP+ e nei padri TD, potrebbe suggerire meccanismi genetici o neurobiologici condivisi.

### **3.4 Limiti e prospettive future**

È importante tenere in considerazione che i risultati analizzati in questo elaborato vanno interpretati con cautela, data la ridotta numerosità

campionaria e la natura preliminare del campione. Questo, infatti, rischia di limitare la generalizzabilità dei risultati e di ridurre la potenza statistica, potenzialmente portando a sottostimare o non cogliere differenze o associazioni realmente presenti. Inoltre, le analisi hanno riportato differenze significative per età sia nel gruppo dei bambini che tra il gruppo dei genitori. Tali discrepanze comportano un ulteriore aspetto che potrebbe aver condizionato i risultati. È altresì importante ricordare che i punteggi relativi la Movement ABC-3 impiegati nel presente elaborato sono il risultato della versione britannica, poiché la batteria non è stata ancora formalmente validata in Italia. Per cui, i dati qui riportati dovranno, in seguito, essere rivisti e interpretati in base alle future tarature italiane dello strumento. Inoltre, come anticipato, i risultati qui presentati fanno parte di uno studio di più ampia portata, tuttora in corso, che prevede l'incremento della coorte di partecipanti e l'integrazione e l'analisi di ulteriori strumenti di valutazione, non trattati in questa sede. Per questi motivi, analisi future sostenute da campioni più estesi, disegni longitudinali e approcci multi-metodo, consentiranno di approfondire la natura delle relazioni osservate.

### **3.5 Conclusioni**

Per concludere, questo studio ha rilevato differenze significative nelle abilità motorie e socio-comunicative tra bambini con autismo e bambini a sviluppo tipico, coerentemente con quanto riportato dalla letteratura. Inoltre, le analisi rispetto la somiglianza intra-familiare hanno evidenziato che corrispondenze nel profilo motorio emergono in modo particolare, tra genitori con tratti autistici sopra soglia (BAP+) e figli con ASD, supportando l'ipotesi di una possibile base familiare legata alle abilità motorie. Dunque, nonostante siano dati preliminari, tali risultati offrono elementi utili per comprendere le traiettorie motorie associate all'autismo e del loro possibile ruolo come indicatori a livello familiare. Studi futuri,

basati su campioni più numerosi e con approcci multimodali, potranno rafforzare e approfondire tali osservazioni.

## BIBLIOGRAFIA

- Adolph, K. E., & Franchak, J. M. (2016). The development of motor behavior. *WIREs Cognitive Science*, 8(1–2). <https://doi.org/10.1002/wcs.1430>
- Adolph, K. E., & Hoch, J. E. (2019). Motor development: Embodied, embedded, enculturated, and enabling. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 141–164. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102836>
- Adolph, K. E., & Robinson, S. R. (2015). Motor development. *Handbook of Child Psychology and Developmental Science*, 1–45. <https://doi.org/10.1002/9781118963418.childpsy204>
- Alsaedi, R. H. (2020). An assessment of the motor performance skills of children with autism spectrum disorder in the Gulf Region. *Brain Sciences*, 10(9), 607. <https://doi.org/10.3390/brainsci10090607>
- Alsaedi, R. H. (2025). Relation between executive functioning, sensory processing, and motor performance in children with autism. *BMC Pediatrics*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12887-025-05756-9>
- Association, A. P. (2014). *DSM-5. Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*. Cortina Raffaello.
- Astle, D. E., Holmes, J., Kievit, R., & Gathercole, S. E. (2021). Annual Research Review: The transdiagnostic revolution in

neurodevelopmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 63(4), 397–417. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13481>

Ausderau, K. K., Furlong, M., Sideris, J., Bulluck, J., Little, L. M., Watson, L. R., Boyd, B. A., Belger, A., Dickie, V. A., & Baranek, G. T. (2014). Sensory subtypes in children with autism spectrum disorder: Latent profile transition analysis using a national survey of sensory features. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(8), 935–944. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12219>

Auyeung, B., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S. *et al.* The Autism Spectrum Quotient: Children's Version (AQ-Child). *J Autism Dev Disord* 38, 1230–1240 (2008). <https://doi.org/10.1007/s10803-007-0504-z>

Barican, J. L., Yung, D., Schwartz, C., Zheng, Y., Georgiades, K., & Waddell, C. (2021). Prevalence of childhood mental disorders in high-income countries: A systematic review and meta-analysis to inform policymaking. *Evidence Based Mental Health*, 25(1), 36–44. <https://doi.org/10.1136/ebmental-2021-300277>

Barnhart, R. C., Davenport, M. J., Epps, S. B., & Nordquist, V. M. (2003). Developmental coordination disorder. *Physical Therapy*, 83(8), 722–731. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.722>

Baron-Cohen, S. (2001). Theory of mind in normal development and autism. *Prisme*, 34, 174–183

- Baron-Cohen, S. (2015). Leo Kanner, Hans Asperger, and the discovery of autism. *The Lancet*, 386(10001), 1329–1330. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(15\)00337-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(15)00337-2)
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J., & Clubley, E. (2001). The autism-spectrum quotient (AQ): evidence from Asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(1), 5–17. <https://doi.org/10.1023/a:1005653411471>
- Barthélémy, C. (2025). Disturbi del neurosviluppo senza frontiere. Prospettive di ricerca. *Giornale di Neuropsichiatria dell'Età Evolutiva*, 45(1), 29–32.
- Bennett, M., & Goodall, E. (2016). A meta-analysis of DSM-5 autism diagnoses in relation to DSM-IV and DSM-IV-TR. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 3(2), 119–124. <https://doi.org/10.1007/s40489-016-0070-4>
- Ben-Sasson, A., Gal, E., Fluss, R., Katz-Zetler, N., & Cermak, S. A. (2019). Update of a meta-analysis of sensory symptoms in ASD: A new decade of research. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(12), 4974–4996. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04180-0>

- Ben-Sasson, A., Hen, L., Fluss, R. *et al.* A Meta-Analysis of Sensory Modulation Symptoms in Individuals with Autism Spectrum Disorders. *J Autism Dev Disord* **39**, 1–11 (2009). <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0593-3>
- Bhat, A. N. (2020a). Motor impairment increases in children with autism spectrum disorder as a function of social communication, cognitive and functional impairment, repetitive behavior severity, and comorbid diagnoses: A SPARK study report. *Autism Research*, *14*(1), 202–219. <https://doi.org/10.1002/aur.2453>
- Bhat, A.N. (2020b). Is motor impairment in autism spectrum disorder distinct from developmental coordination disorder? A Report from the SPARK study. *Physical Therapy*, *100*(4), 633-644.
- Bojanek, E. K., Kelly, S. E., Schmitt, L. M., Pulver, S. L., Sweeney, J. A., Sprenger, A., Unruh, K. E., & Mosconi, M. W. (2025). Sensorimotor behavior in individuals with autism spectrum disorder and their unaffected biological parents. *Autism Research*, *18*(3), 498–514. <https://doi.org/10.1002/aur.70000>
- Bruni, T. P. (2014). Test review: Social Responsiveness Scale–Second Edition (SRS-2). *Journal of Psychoeducational Assessment*, *32*(4), 365–369. <https://doi.org/10.1177/0734282913517525>
- Çaçola, P., Miller, H. L., & Williamson, P. O. (2017). Behavioral comparisons in Autism Spectrum Disorder and Developmental

- Coordination Disorder: A systematic literature review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 38, 6–18.  
<https://doi.org/10.1016/j.rasd.2017.03.004>
- Capelli, E., Crippa, A., Riboldi, E. M., Beretta, C., Siri, E., Cassa, M., Molteni, M., & Riva, V. (2024). Prospective interrelation between sensory sensitivity and fine motor skills during the first 18 months predicts later autistic features. *Developmental Science*, 28(1).  
<https://doi.org/10.1111/desc.13573>
- Caravale, B., Baldi, S., Gasparini, C., & Wilson, B. N. (2014). Cross-cultural adaptation, reliability and predictive validity of the Italian version of Developmental Coordination Disorder Questionnaire (DCDQ). *European Journal of Paediatric Neurology*, 18(3), 267–272. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2013.11.009>
- Carlson, S. M., Koenig, M. A., & Harms, M. B. (2013). Theory of mind. *WIREs Cognitive Science*, 4(4), 391–402.  
<https://doi.org/10.1002/wcs.1232>
- Castelli, F. (2002). Autism, Asperger syndrome and brain mechanisms for the attribution of mental states to animated shapes. *Brain*, 125(8), 1839–1849. <https://doi.org/10.1093/brain/awf189>
- Constantino, J. N., & Gruber, C. P. (2012). *Social Responsiveness Scale, Second Edition (SRS-2)*. Western Psychological Services.

- Crippa, A. (2023). Associazione tra DCD e altri disturbi del neurosviluppo: il caso dell'autismo. *Psicologia clinica dello sviluppo, Rivista quadrimestrale*, 27(2), 283–286. <https://doi.org/10.1449/108106>
- Crippa, A., Craig, F., Busti Ceccarelli, S., Mauri, M., Grazioli, S., Scionti, N., Cremascoli, A., Ferrante, C., Visioli, C., Marzocchi, G. M., Molteni, M., & Nobile, M. (2021). A multimethod approach to assessing motor skills in boys and girls with autism spectrum disorder. *Autism*, 25(5), 1481–1491. <https://doi.org/10.1177/1362361321995634>
- Currenti, S. A. (2009). Understanding and determining the etiology of autism. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 30(2), 161–171. <https://doi.org/10.1007/s10571-009-9453-8>
- D'Elia, A., Pighetti, M., Moccia, G., & Santangelo, N. (2001). Spontaneous motor activity in normal fetuses. *Early Human Development*, 65(2), 139–147. [https://doi.org/10.1016/s0378-3782\(01\)00224-9](https://doi.org/10.1016/s0378-3782(01)00224-9)
- Dalton, T. C. (2017). Arnold Gesell and the maturation controversy. In *Thinking in Psychological Science* (pp. 135–162). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315135618-8>
- De Francesco, S., Morello, L., Fioravanti, M., Cassaro, C., Grazioli, S., Busti Ceccarelli, S., Nobile, M., Molteni, M., & Crippa, A. (2023).

A multimodal approach can identify specific motor profiles in autism and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Autism Research*, 16(8), 1550–1560. <https://doi.org/10.1002/aur.2989>

DeMyer, M. K., Hingtgen, J. N., & Jackson, R. K. (1981). Infantile autism reviewed: A decade of research. *Schizophrenia Bulletin*, 7(3), 388–451. <https://doi.org/10.1093/schbul/7.3.388>

Dunn, W. (2014). Sensory profile 2: User's manual. Pearson

Elsabbagh, M., Divan, G., Koh, Y., Kim, Y. S., Kauchali, S., Marcín, C., Montiel-Nava, C., Patel, V., Paula, C. S., Wang, C., Yasamy, M. T., & Fombonne, E. (2012). Global prevalence of autism and other pervasive developmental disorders. *Autism Research*, 5(3), 160–179. <https://doi.org/10.1002/aur.239>

Esposito, G., & Paşca, S. P. (2013). Motor abnormalities as a putative endophenotype for Autism Spectrum Disorders. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00043>

Formiga, C. K. M. R., & Linhares, M. B. M. (2015). Motor skills: Development in infancy and early childhood. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 971–977). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-097086-8.23071-7>

- Francés, L., Quintero, J., Fernández, A., Ruiz, A., Caules, J., Fillon, G., Hervás, A., & Soler, C. V. (2022). Current state of knowledge on the prevalence of neurodevelopmental disorders in childhood according to the DSM-5: A systematic review in accordance with the PRISMA criteria. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, *16*(1). <https://doi.org/10.1186/s13034-022-00462-1>
- Frith, U., & Happé, F. (2005). Autism spectrum disorder. *Current Biology*, *15*(19), R786–R790. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.09.033>
- Gardner, L. M., Campbell, J. M., Keisling, B., & Murphy, L. (2018). Correlates of DSM-5 Autism spectrum disorder levels of support ratings in a clinical sample. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *48*(10), 3513–3523. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3620-z>
- Gordon, B. (2004). Test review: Wechsler, d. (2002). The Wechsler preschool and primary scale of intelligence, third edition (wppsi-iii). San antonio, tx: The psychological corporation. *Canadian Journal of School Psychology*, *19*(1–2), 205–220. <https://doi.org/10.1177/082957350401900111>
- Gottesman, I. I., & Gould, T. D. (2003). The endophenotype concept in psychiatry: Etymology and strategic intentions. *American Journal of Psychiatry*, *160*(4), 636–645. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.160.4.636>

- Gredebäck, G., Gottwald, J. M., & Daum, M. M. (2021). *How our hands shape our minds: Six developmental pathways*. Center for Open Science. <https://doi.org/10.31234/osf.io/378rz>
- Grzadzinski, R., Huerta, M., & Lord, C. (2013). DSM-5 and autism spectrum disorders (ASDs): An opportunity for identifying ASD subtypes. *Molecular Autism*, 4(1), 12. <https://doi.org/10.1186/2040-2392-4-12>
- Hadders-Algra, M. (2002). Two distinct forms of minor neurological dysfunction: perspectives emerging from a review of data of the Groningen Perinatal Project. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44: 561-571. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2002.tb00330.x>
- Hadders-Algra, M. (2018). Early human motor development: From variation to the ability to vary and adapt. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 90, 411–427. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.05.009>
- Hansen, B. H., Oerbeck, B., Skirbekk, B., Petrovski, B. É., & Kristensen, H. (2018). Neurodevelopmental disorders: Prevalence and comorbidity in children referred to mental health services. *Nordic Journal of Psychiatry*, 72(4), 285–291. <https://doi.org/10.1080/08039488.2018.1444087>

- Happé, F., & Frith, U. (2020). Annual Research Review: Looking back to look forward – changes in the concept of autism and implications for future research. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *61*(3), 218–232. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13176>
- Hartman, D. E. (2009). Wechsler adult intelligence scale IV (WAIS IV): Return of the gold standard. *Applied Neuropsychology*, *16*(1), 85–87. <https://doi.org/10.1080/09084280802644466>
- Henderson, S. E., & Barnett, A. L. (2023). *Movement Assessment Battery for Children – Third Edition (Movement ABC-3): Test manual*. London: Pearson Clinical Assessment UK.
- Hill, E. L. (2004). Executive dysfunction in autism☆. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(1), 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.11.003>
- Holanda, M. V. F., Paiva, E. da S., de Souza, L. N., Paiva, K. M., Oliveira, R. F., Tavares, É. A. F., Morais, P. L. A. de G., de Andrade, A. M., Knackfuss, M. I., do Nascimento, E. G. C., & Cavalcanti, J. R. L. de P. (2025). Neurobiological basis of autism spectrum disorder: Mini review. *Frontiers in Psychology*, *16*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1558081>
- Homberg, J. R., Kyzar, E. J., Scattoni, M. L., Norton, W. H., Pittman, J., Gaikwad, S., Nguyen, M., Poudel, M. K., Ullmann, J. F. P., Diamond, D. M., Kaluyeva, A. A., Parker, M. O., Brown, R. E., Song, C., Gainetdinov, R. R., Gottesman, I. I., & Kalueff, A. V.

(2016). Genetic and environmental modulation of neurodevelopmental disorders: Translational insights from labs to beds. *Brain Research Bulletin*, 125, 79–91. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2016.04.015>

Hughes, C., Leboyer, M., & Bouvard, M. (1997). Executive function in parents of children with autism. *Psychological Medicine*, 27(1), 209–220. <https://doi.org/10.1017/s0033291796004308>

Ismail, H., Aziz, S. A., & Omar, R. (2020). A Review on Dynamic Systems Theory and the Children's Motor Development. *PSYCHOLOGY AND EDUCATION*, 57(8), 487–498.

Jones, R. A., Downing, K., Rinehart, N. J., Barnett, L. M., May, T., McGillivray, J. A., Papadopoulos, N. V., Skouteris, H., Timperio, A., & Hinkley, T. (2017). Physical activity, sedentary behavior and their correlates in children with Autism Spectrum Disorder: A systematic review. *PLOS ONE*, 12(2), e0172482. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172482>

Kashefimehr, B., Huri, M., Kayihan, H., & Havaei, N. (2021). The relationship between the sensory processing and occupational motor skills of children with autism spectrum disorder. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 28(4), 1–8. <https://doi.org/10.12968/ijtr.2019.0137>

- Kaufman, A. S., Flanagan, D. P., Alfonso, V. C., & Mascolo, J. T. (2006).  
 Test review: Wechsler intelligence scale for children, fourth edition  
 (WISC-IV). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 24(3), 278–  
 295. <https://doi.org/10.1177/0734282906288389>
- Kirby, A., & Rosenblum, S. (2008). The Adult Developmental  
 Coordination Disorder/ Dyspraxia Checklist (ADC) for Further and  
 Higher Education (Questionnaire). Discovery Centre, University of  
 Wales, Newport.  
[dyslexia.org/write/MediaUploads/Resources/ADC\\_checklist.pdf](http://dyslexia.org/write/MediaUploads/Resources/ADC_checklist.pdf)
- Kirby, A., & Sugden, D. A. (2007). Children with developmental  
 coordination disorders. *Journal of the Royal Society of Medicine*,  
 100(4), 182–186. <https://doi.org/10.1177/014107680710011414>
- Kumbier, E., Domes, G., Herpertz-Dahlmann, B., & Herpertz, S. C.  
 (2009). Autismus und autistische Störungen. *Der Nervenarzt*,  
 81(1), 55–65. <https://doi.org/10.1007/s00115-009-2820-3>
- L'evoluzione del concetto di autismo – Autismo.* (n.d.).  
[http://rivistedigitali.erickson.it/autismo/visualizza/articolo/11829/index.html?TB\\_iframe=true](http://rivistedigitali.erickson.it/autismo/visualizza/articolo/11829/index.html?TB_iframe=true)
- Lai, M.-C., Lombardo, M. V., Chakrabarti, B., & Baron-Cohen, S. (2013).  
 Subgrouping the autism “spectrum”: Reflections on DSM-5. *PLoS  
 Biology*, 11(4), e1001544.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001544>

- Leonard, H. C., & Hill, E. L. (2014). Review: The impact of motor development on typical and atypical social cognition and language: A systematic review. *Child and Adolescent Mental Health, 19*(3), 163–170. <https://doi.org/10.1111/camh.12055>
- Levy, F. (2007). Theories of autism. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry, 41*(11), 859–868. <https://doi.org/10.1080/00048670701634937>
- Libertus, K., & Hauf, P. (2017). Editorial: Motor skills and their foundational role for perceptual, social, and cognitive development. *Frontiers in Psychology, 8*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00301>
- Lord, C., Elsabbagh, M., Baird, G., & Veenstra-Vanderweele, J. (2018). Autism spectrum disorder. *The Lancet, 392*(10146), 508–520. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31129-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31129-2)
- Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L., Cook, E. H., Jr., Leventhal, B. L., DiLavore, P. C., Pickles, A., & Rutter, M. (2000). The Autism Diagnostic Observation Schedule—generic: A standard measure of social and communication deficits associated with the spectrum of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 30*(3), 205–223. <https://doi.org/10.1023/a:1005592401947>
- Malina, R. M. (2004). Motor development during infancy and early childhood: Overview and suggested directions for research.

*International Journal of Sport and Health Science*, 2, 50–66.

<https://doi.org/10.5432/ijshs.2.50>

Marco, E. J., Hinkley, L. B. N., Hill, S. S., & Nagarajan, S. S. (2011).

Sensory processing in autism: A review of neurophysiologic findings. *Pediatric Research*, 69(5 Part 2), 48R-54R.

<https://doi.org/10.1203/pdr.0b013e3182130c54>

Martens, G., & van Loo, K. (2007). Genetic and environmental factors in

complex neurodevelopmental disorders. *Current Genomics*, 8(7),

429–444. <https://doi.org/10.2174/138920207783591717>

Martínez-Sanchis, S. (2014). Neurobiological foundations of multisensory

integration in people with autism spectrum disorders: The role of the medial prefrontal cortex. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8.

<https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00970>

Menon, V. (2023). 20 years of the default mode network: A review and

synthesis. *Neuron*, 111(16), 2469–2487.

<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2023.04.023>

Miller, H. L., Licari, M. K., Bhat, A., Aziz-Zadeh, L. S., Van Damme, T.,

Fears, N. E., Cermak, S. A., & Tamplin, P. M. (2023). Motor problems in autism: Co-occurrence or feature? *Developmental Medicine & Child Neurology*,

66(1), 16–22.

<https://doi.org/10.1111/dmcn.15674>

- Miller, H. L., Sherrod, G. M., Mauk, J. E., Fears, N. E., Hynan, L. S., & Tamplain, P. M. (2021). Shared features or co-occurrence? Evaluating symptoms of Developmental Coordination Disorder in children and adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *51*(10), 3443–3455. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04766-z>
- Miller, L. J., Anzalone, M. E., Lane, S. J., Cermak, S. A., & Osten, E. T. (2007). Concept evolution in sensory integration: A proposed nosology for diagnosis. *The American Journal of Occupational Therapy*, *61*(2), 135–140. <https://doi.org/10.5014/ajot.61.2.135>
- Milton, D. E. M. (2012). On the ontological status of autism: The ‘double empathy problem.’ *Disability & Society*, *27*(6), 883–887. <https://doi.org/10.1080/09687599.2012.710008>
- Milton, D. E. M., Waldock, K. E., & Keates, N. (2023). Autism and the ‘double empathy problem.’ In *Conversations on Empathy* (pp. 78–97). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003189978-6>
- Milton, D., Gurbuz, E., & López, B. (2022). The ‘double empathy problem’: Ten years on. *Autism*, *26*(8), 1901–1903. <https://doi.org/10.1177/13623613221129123>
- Mintz, M. (2016). Evolution in the understanding of Autism Spectrum Disorder: Historical perspective. *The Indian Journal of Pediatrics*, *84*(1), 44–52. <https://doi.org/10.1007/s12098-016-2080-8>

- Modrell, A. K., & Tadi, P. (2023). Primitive Reflexes. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Mohd Nordin, A., Ismail, J., & Kamal Nor, N. (2021). Motor development in children with autism spectrum disorder. *Frontiers in Pediatrics*, 9. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.598276>
- Morris-Rosendahl, D. J., & Crocq, M.-A. (2020). Neurodevelopmental disorders—the history and future of a diagnostic concept. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 22(1), 65–72. <https://doi.org/10.31887/dcns.2020.22.1/macrocq>
- Mosconi, M. W., Kay, M., D’Cruz, A.-M., Guter, S., Kapur, K., Macmillan, C., Stanford, L. D., & Sweeney, J. A. (2010). Neurobehavioral abnormalities in first-degree relatives of individuals with autism. *Archives of General Psychiatry*, 67(8), 830. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.87>
- Mosconi, M. W., Mohanty, S., Greene, R. K., Cook, E. H., Vaillancourt, D. E., & Sweeney, J. A. (2015). Feedforward and feedback motor control abnormalities implicate cerebellar dysfunctions in Autism Spectrum Disorder. *The Journal of Neuroscience*, 35(5), 2015–2025. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2731-14.2015>
- Mullin, A. P., Gokhale, A., Moreno-De-Luca, A., Sanyal, S., Waddington, J. L., & Faundez, V. (2013). Neurodevelopmental disorders: Mechanisms and boundary definitions from genomes, interactomes

and proteomes. *Translational Psychiatry*, 3(12), e329–e329.  
<https://doi.org/10.1038/tp.2013.108>

Nichols, C., Block, M. E., Bishop, J. C., & McIntire, B. (2018). Physical activity in young adults with autism spectrum disorder: Parental perceptions of barriers and facilitators. *Autism*, 23(6), 1398–1407.  
<https://doi.org/10.1177/1362361318810221>

Oldehinkel, M., Mennes, M., Marquand, A., Charman, T., Tillmann, J., Ecker, C., Dell’Acqua, F., Brandeis, D., Banaschewski, T., Baumeister, S., Moessnang, C., Baron-Cohen, S., Holt, R., Bölte, S., Durston, S., Kundu, P., Lombardo, M. V., Spooren, W., Loth, E., ... Zwiers, M. P. (2019). Altered connectivity between cerebellum, visual, and sensory-motor networks in Autism spectrum disorder: Results from the EU-AIMS Longitudinal European Autism Project. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 4(3), 260–270. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2018.11.010>

Orsini, A., & Pezzuti, L. (2013). *WAIS-IV: Wechsler Adult Intelligence Scale – Quarta edizione italiana. Contributo alla taratura italiana (16–69 anni)*. Firenze: Giunti Psychometrics

Orsini, A., Pezzuti, L., & Picone, L. (2012). *WISC-IV: Wechsler Intelligence Scale for Children – Quarta edizione italiana*. Firenze: Giunti Psychometrics

- Pérez-Crespo, L., Prats-Urbe, A., Tobias, A., Duran-Tauleria, E., Coronado, R., Hervás, A., & Guxens, M. (2019). Temporal and geographical variability of prevalence and incidence of autism spectrum disorder diagnoses in children in Catalonia, Spain. *Autism Research, 12*(11), 1693–1705. <https://doi.org/10.1002/aur.2172>
- Poletti, Michele. (2011). Disturbo di Sviluppo della Coordinazione Motoria: una prospettiva evolutiva. *Giornale di Psicologia dello Sviluppo, 98*. 5-17.
- Prato, A. (2012). Linguaggio e natura umana: Victor, il bambino selvaggio dell’Aveyron. *Blityri, 1*(1), 237–257.
- Rajendran, G., & Mitchell, P. (2007). Cognitive theories of autism. *Developmental Review, 27*(2), 224–260. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2007.02.001>
- Reda, M., Meguid, N. A., Eid, O. M., Hussein, F., & Elalfy, D. Y. (2021). Study of sensory processing deficits in autism spectrum disorder symptom triad: An Egyptian sample. *Middle East Current Psychiatry, 28*(1). <https://doi.org/10.1186/s43045-020-00082-5>
- Reiss, A. L. (2009). Childhood developmental disorders: An academic and clinical convergence point for psychiatry, neurology, psychology and pediatrics. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 50*(1–2), 87–98. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2008.02046.x>

- Romero-Munguía, M. Á. (2008). Mnesic imbalance: A cognitive theory about autism spectrum disorders. *Annals of General Psychiatry*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/1744-859x-7-20>
- Rosen, N. E., Lord, C., & Volkmar, F. R. (2021). The diagnosis of autism: From Kanner to DSM-III to DSM-5 and beyond. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(12), 4253–4270. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-04904-1>
- Rubenstein, E., and D. Chawla. 2018. “Broader Autism Phenotype in Parents of Children With Autism: A Systematic Review of Percentage Estimates.” *Journal of Child and Family Studies* 27, no. 6: 1705–1720. <https://doi.org/10.1007/s10826-018-1026-3>.
- Sasson, N. J., Pinkham, A. E., Carpenter, K. L. H., & Belger, A. (2010). The benefit of directly comparing autism and schizophrenia for revealing mechanisms of social cognitive impairment. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 3(2), 87–100. <https://doi.org/10.1007/s11689-010-9068-x>
- Shaw, C. A., Sheth, S., Li, D., & Tomljenovic, L. (2014). Etiology of autism spectrum disorders: Genes, environment, or both? *OA Autism*, 2(2), 11.
- Shiri, V., Hosseini, A., & Pishyareh, E. (2024). Relationship between behavioral symptoms of autism spectrum disorder and motor

- development impairments: A systematic review. *Archives of Neuroscience*, 11(3). <https://doi.org/10.5812/ans-143284>
- Styck, K. M., & Watkins, M. W. (2014). Structural validity of the WISC-IV for students with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 21(11), 921–928. <https://doi.org/10.1177/1087054714553052>
- Tal Saban, M., & Kirby, A. (2019). Empathy, social relationship and co-occurrence in young adults with DCD. *Human Movement Science*, 63, 62–72. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.11.005>
- Tanguay, P. E. (2011). Autism in DSM-5. *American Journal of Psychiatry*, 168(11), 1142–1144. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2011.11071024>
- Tesic, A., Rodgers, S., Müller, M., Wagner, E.-Y. N., von Känel, R., Castelao, E., Strippoli, M.-P. F., Vandeleur, C. L., Seifritz, E., Preisig, M., & Ajdacic-Gross, V. (2019). Sex differences in neurodevelopmental and common mental disorders examined from three epidemiological perspectives. *Psychiatry Research*, 278, 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.06.019>
- Thelen, E. (2000). Motor development as foundation and future of developmental psychology. *International Journal of Behavioral Development*, 24(4), 385–397. <https://doi.org/10.1080/016502500750037937>

- Trachtman, J. N. (2008). Background and history of autism in relation to vision care. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, 79(7), 391–396.  
<https://doi.org/10.1016/j.optm.2007.10.015>
- Verbecque, E., Johnson, C., Scaccabarozzi, G., Molteni, M., Klingels, K., & Crippa, A. (2025). Motor difficulties in children with neurodevelopmental conditions: A report from a cross-national study in Belgian and Italian children. *European Journal of Pediatrics*, 184(2). <https://doi.org/10.1007/s00431-025-06009-8>
- Vivanti, G., Hudry, K., Trembath, D., Barbaro, J., Richdale, A., & Dissanayake, C. (2013). Towards the DSM-5 criteria for autism: Clinical, cultural, and research implications. *Australian Psychologist*, 48(4), 258–261. <https://doi.org/10.1111/ap.12008>
- Volkmar, F. R., & McPartland, J. C. (2014). *La diagnosi di autismo: Da Kanner al DSM-5* (G. Lo Iacono, Trad.; G. Vivanti, Ediz. italiana). Erickson.  
<https://www.erickson.it>
- Volkmar, F. R., & Reichow, B. (2013). Autism in DSM-5: Progress and challenges. *Molecular Autism*, 4(1), 13.  
<https://doi.org/10.1186/2040-2392-4-13>
- Volkmar, F. R., Cicchetti, D. V., Bregman, J., & Cohen, D. J. (1992). Three diagnostic systems for autism: DSM-III, DSM-III-R, and ICD-10. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 22(4), 483–492.  
<https://doi.org/10.1007/bf01046323>

- Volkmar, F. R., Cicchetti, D. V., Cohen, D. J., & Bregman, J. (1992). Brief report: Developmental aspects of DSM-III-R criteria for autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 22(4), 657–662. <https://doi.org/10.1007/bf01046334>
- Walle, E. A., & Campos, J. J. (2014). Infant language development is related to the acquisition of walking. *Developmental Psychology*, 50(2), 336–348. <https://doi.org/10.1037/a0033238>
- Wang, L. A. L., Petrulla, V., Zampella, C. J., Waller, R., & Schultz, R. T. (2022). Gross motor impairment and its relation to social skills in autism spectrum disorder: A systematic review and two meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 148(3–4), 273–300. <https://doi.org/10.1037/bul0000358>
- Wang, M., Zhang, X., Zhong, L., Zeng, L., Li, L., & Yao, P. (2025). Understanding autism: Causes, diagnosis, and advancing therapies. *Brain Research Bulletin*, 227, 111411. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2025.111411>
- Waterhouse, L., Wing, L., Spitzer, R., & Siegel, B. (1992). Pervasive developmental disorders: From DSM-III to DSM-III-R. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 22(4), 525–549. <https://doi.org/10.1007/bf01046326>

- Wechsler, D. (2002). Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence—Third Edition (WPPSI-III). San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2003). WISC-IV. Wechsler Intelligence Scale for Children – Fourth Edition Technical and Interpretive Manual. San Antonio, TX: The Psychological Association.
- Wechsler, D. (2008). WAIS—IV: Wechsler Adult Intelligence Scale. San Antonio, TX: Pearson
- Weiss, L. G., Keith, T. Z., Zhu, J., & Chen, H. (2013). Wais-iv and clinical validation of the four- and five-factor interpretative approaches. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 31(2), 94–113. <https://doi.org/10.1177/0734282913478030>
- Wen, L., & Wu, Z. (2025). The impact of sensory integration based sports training on motor and social skill development in children with autism spectrum disorder. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-05393-3>
- Wilson, B. N., Crawford, S. G., Green, D., Roberts, G., Aylott, A., & Kaplan, B. J. (2009). Psychometric properties of the revised Developmental Coordination Disorder Questionnaire. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics*, 29(2), 182–202. <https://doi.org/10.1080/01942630902784761>

- Wing, L. (1997). The autistic spectrum. *The Lancet*, 350(9093), 1761–1766. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(97\)09218-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(97)09218-0)
- Wing, L., & Gould, J. (1979). Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 9(1), 11–29. <https://doi.org/10.1007/bf01531288>
- Wolff, J.J., Boyd, B.A., & Elison, J.T. (2016). A quantitative measure of restricted and repetitive behaviors for early childhood. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*. 8:27 DOI: 10.1186/s11689-016-9161-x
- Wolff, S. (2004). The history of autism. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13(4). <https://doi.org/10.1007/s00787-004-0363-5>
- Woolfenden, S., Farrar, M. A., Eapen, V., Masi, A., Wakefield, C. E., Badawi, N., Novak, I., Nassar, N., Lingam, R., & Dale, R. C. (2022). Delivering paediatric precision medicine: Genomic and environmental considerations along the causal pathway of childhood neurodevelopmental disorders. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 64(9), 1077–1084. <https://doi.org/10.1111/dmcn.15289>
- Yang, Y., Zhao, S., Zhang, M., Xiang, M., Zhao, J., Chen, S., Wang, H., Han, L., & Ran, J. (2022). Prevalence of neurodevelopmental

- disorders among US children and adolescents in 2019 and 2020. *Frontiers in Psychology*, *13*.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.997648>
- Zappella, M. (2018). L'evoluzione del concetto di autismo. *Autismo e disturbi dello sviluppo*, *16*(3), 313–325. <https://doi.org/10.14605/AUT1631802>
- Zeidan, J., Fombonne, E., Scolah, J., Ibrahim, A., Durkin, M. S., Saxena, S., Yusuf, A., Shih, A., & Elsabbagh, M. (2022). Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism Research*, *15*(5), 778–790. <https://doi.org/10.1002/aur.2696>
- Zhou, R., Sun, C., Sun, M., Ruan, Y., Li, W., & Gao, X. (2024). Altered intra- and inter-network connectivity in autism spectrum disorder. *Aging*, *16*(11), 10004–10015.  
<https://doi.org/10.18632/aging.205913>
- Zoia, S., Biancotto, M., & Girelli, L. (2022, December 3). *Multiple resolution*.  
<http://www.medra.org/servlet/MRService?hdl=10.1449/105977>
- Zoia, S., Blason, L., D'Ottavio, G., Bulgheroni, M., Pezzetta, E., Scabar, A., & Castiello, U. (2007). Evidence of early development of action planning in the human foetus: a kinematic study. *Exp Brain Res*, *176*:217–226. DOI 10.1007/s00221-006-0607-3
- Zuddas, A., Di Martino, A., Delitala, L., Anchisi, L., & Melis, G. (2012). *Adattamento italiano della SRS – Social Responsiveness Scale*. Firenze: Giunti Psychometrics.

## SITOGRAFIA

*Osservatorio nazionale per il monitoraggio dei disturbi dello spettro autistico.* (n.d.). OssNA. Retrieved October 24, 2025, from <https://osservatorionazionaleautismo.iss.it/osservatorio-nazionale-per-il-monitoraggio-dei-disturbi-dello-spettro-autistico?>

World Health Organization: WHO. (2025, September 17). Autism. *World Health Organization: WHO*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>