

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea in Scienze psicologiche cognitive e psicobiologiche

Elaborato finale

Il movimento di prensione nel disturbo dello spettro autistico

Prehension movement in autism spectrum disorder

Relatrice

Prof.ssa Begliomini Chiara

Laureanda: Rebellato Beatrice

Matricola: 2042306

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

Introduzione	1
1 Il disturbo dello spettro autistico	3
1.1 Definizione del disturbo dello spettro autistico : il DSM-5-TR.....	3
1.1.1 <i>Comorbilità del disturbo dello spettro autistico</i>	5
1.2 Epidemiologia del disturbo dello spettro autistico	6
1.3 Strumenti diagnostici.....	6
2 Il movimento di prensione	10
2.1 Definizione	10
2.2 Descrizione cinematica del movimento di prensione	13
3 Il movimento di prensione nel disturbo dello spettro autistico	18
3.1 Uno studio cinematico del movimento di prensione nel disturbo dello spettro autistico	18
3.2 Risultati dello studio e possibili spiegazioni	21
Conclusioni	24
Bibliografia	26

Introduzione

Il presente elaborato si propone l'obiettivo di approfondire il disturbo dello spettro autistico, con particolare attenzione all'aspetto motorio, analizzando il movimento di prensione.

Il disturbo dello spettro autistico rappresenta una sfida complessa e multifattoriale e richiede quindi un approccio integrato che tenga conto dei suoi diversi aspetti.

Il “Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali” (DSM-5-TR, American Psychiatric Association APA, 2022) lo definisce come un *disturbo del neurosviluppo che consiste nella presenza di difficoltà principalmente nelle interazioni sociali e nella comunicazione, accompagnate da comportamenti e interessi ristretti e ripetitivi*. Le manifestazioni cliniche del disturbo possono differire molto tra individui diversi in termini di qualità e quantità (Grzadzinski et al., 2013), motivo per cui il disturbo è definito come “spettro” (Hodges et al., 2020). La diagnosi può essere effettuata da un gruppo multidisciplinare, e si deve basare sull'analisi del comportamento e della storia dell'individuo, utilizzando strumenti come l'ADOS (Autism Diagnostic Observation Schedule - McCrimmon & Rostad, 2014) e l'ADI-R (Autism Diagnostic Interview-Revised - Lord et al., 1994; Falkmer et al., 2013). Alcuni studi (Bhat et al., 2012; Mari et al., 2003) suggeriscono come anche i sintomi motori potrebbero rappresentare un indicatore precoce utile nella diagnosi del disturbo, aprendo nuove prospettive per interventi tempestivi ed efficaci. I sintomi devono escludere inoltre altri possibili disturbi quali: disturbo dello sviluppo intellettivo (disabilità intellettiva) o da ritardo globale dello sviluppo (APA, 2022).

Nel presente elaborato si approfondirà la caratterizzazione del movimento di prensione nell'ambito dei disturbi dello spettro autistico. Il movimento di prensione è una delle azioni più essenziali ma allo stesso tempo complesse eseguite dall'essere umano. Questo è definito come la capacità di afferrare un oggetto, in maniera parziale o completa e utilizzando tutta la mano o solo una parte (Napier, 1956). A seconda delle intenzioni dell'individuo che svolge il movimento e delle proprietà dell'oggetto, i movimenti di prensione sono stati classificati in due tipologie principali: presa di forza e presa di precisione, le quali verranno approfondite (Napier, 1956). L'esecuzione del movimento di prensione comprende due fasi principali: *reaching* o *transportation*, e *grasping* o *manipulation*. Perché entrambe le componenti possano essere implementate in maniera

efficace, è necessario che diversi gruppi muscolari e articolari, rispettivamente quelli prossimali per il *reaching* e quelle distali per il *grasping*, si coordinino tra di loro (Jeannerod, 1984). Questo sembra non avvenire negli individui con disturbo dello spettro autistico (Mari et al., 2003).

L'elaborato quindi si propone di approfondire una caratteristica intrinseca al disturbo dello spettro autistico, la cui analisi può essere utilizzata per studiare il funzionamento del sistema motorio negli individui che presentano tale disturbo.

1 Il disturbo dello spettro autistico

1.1 Definizione del disturbo dello spettro autistico : il DSM-5-TR

Il disturbo dello spettro autistico è definito all'interno del "Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali" (DSM-5-TR, American Psychiatric Association APA, 2022) come disturbo del neurosviluppo. Questa categoria di disturbi è caratterizzata dalla presenza di deficit sociali, scolastici o lavorativi che si manifestano a partire dalla prima fase dello sviluppo del bambino. I deficit si manifestano con una variabilità che può variare da difficoltà molto specifiche nell'apprendimento delle funzioni esecutive fino a una compromissione totale a livello sociale o intellettuale. In particolare, il disturbo dello spettro autistico è caratterizzato da problematiche nelle interazioni sociali e nella presenza di comportamenti e interessi ripetitivi e limitati (APA, 2022). Infatti, a livello semantico, il termine autismo deriva dal greco *autós* (sé stesso) e denota autoreferenzialità, negazione dell'altro e di ciò che è diverso da sé (Treccani, 2010).

I criteri da soddisfare per la sua diagnosi sono cinque:

- **Criterio A:** persistenti carenze della comunicazione e dell'interazione sociale in molte circostanze. Queste difficoltà devono manifestarsi nel presente o nel passato dell'individuo attraverso tre modalità, le quali devono essere tutte presenti: mancanze della corrispondenza emotiva, insufficienze dei comportamenti non verbali nella comunicazione sociale e infine carenze dell'evolvere, del controllo e della comprensione delle relazioni;
- **Criterio B:** schemi di comportamento, attenzioni o attività limitati, ripetitivi. Questi pattern devono manifestarsi nel presente o nel passato in almeno due dei seguenti aspetti: movimenti, utilizzo degli oggetti o del linguaggio secondo un modello fisso o in maniera ripetitiva; ostinazione nell'inflessibilità e nell'adesione alla routine senza possibilità di cambiamenti o riti di comportamento; interessi e passioni molto circoscritti, fissi, che sono atipici per intensità o profondità e sensibilità estrema o ridotta nei confronti di stimoli sensoriali o interessi anormali verso particolari aspetti sensoriali dell'ambiente;
- **Criterio C:** i sintomi devono manifestarsi nel periodo precoce dello sviluppo, ma queste difficoltà potrebbero non diventare evidenti completamente fino a quando le richieste sociali supereranno le capacità limitate dell'individuo, oppure potrebbero essere nascoste da strategie apprese in fasi successive della vita;

- **Criterio D:** i sintomi causano danneggiamento clinicamente significativo del funzionamento dell'individuo in molte aree : sociale, lavorativa e altre aree importanti;
- **Criterio E:** i deficit elencati nei precedenti criteri non possono essere spiegati da altri disturbi quali: disturbo dello sviluppo intellettuale (disabilità intellettiva) o da ritardo globale dello sviluppo.

(APA, 2022)

Attraverso l'uso di specificatori è possibile descrivere le differenze cliniche individuali. In particolare gli specificatori di gravità permettono di delineare i sintomi e le compromissioni presenti, i quali possono variare in base ai diversi contesti e con il passare del tempo:

- se per l'individuo è specificato il livello 1 di gravità, allora, se il supporto manca, sono presenti deficit comunicativi, che si manifestano attraverso il mancato interesse e la difficoltà nell'iniziare e mantenere le interazioni sociali e attraverso modalità atipiche nelle risposte. Inoltre si evidenziano compromissioni in uno o più contesti causate dall'intransigenza di comportamento e dalle difficoltà nel cambiare l'attività che si sta svolgendo;
- se l'individuo rientra nel livello 2 di gravità dimostra difficoltà nella comunicazione sociale, anche quando è presente supporto, rigidità nel comportamento e difficoltà nei cambiamenti, accompagnati da emozioni negative. In alcuni contesti il funzionamento dell'individuo è compromesso;
- se l'individuo riceve una diagnosi di gravità di livello 3 allora il deficit comprenderà difficoltà gravi nel comunicare verbalmente o non verbalmente, frequenti comportamenti ristretti e ripetitivi e forti difficoltà nell'accettare cambiamenti, i quali vengono solitamente accompagnati da grande disagio. Queste problematiche compromettono significativamente diverse aree di funzionamento dell'individuo.

Sulla base del livello di gravità specificato, l'individuo necessita di diversi gradi di supporto: per il livello 1 è necessario un sostegno, per il livello 2 è necessaria un'assistenza significativa, per il livello 3 è necessario un supporto molto significativo (APA, 2022).

Rispetto alla versione precedente, a partire dal DSM-5¹ è stato introdotto il concetto di *spettro* (Hodges et al., 2020), che fa riferimento alla variabilità del disturbo, che può manifestarsi in diverse “qualità e quantità” di comportamenti ristretti e ripetitivi unitamente ai deficit nella comunicazione sociale (Criterio A e B) (Grzadzinski et al., 2013).

Un altro cambiamento riguarda i criteri diagnostici: infatti il DSM-IV-TR² richiedeva tre criteri per la diagnosi (riguardanti le interazioni sociali, la comunicazione e i comportamenti stereotipati) (Hodges et al., 2020). Invece, il DSM-5-TR³ utilizza solo due domini (il criterio A e il criterio B), ma, per svolgere la diagnosi, richiede che tutti e cinque i criteri diagnostici siano soddisfatti (APA, 2022). Inoltre, il DSM-5-TR³ ha introdotto i sintomi sensoriali all'interno del criterio B, come reazioni estreme a stimoli tattili, uditivi, visivi e olfattivi, e insensibilità a caldo, freddo e dolore (APA, 2022). Un altro cambiamento introdotto nel DSM-5-TR³ riguarda l'esordio dei sintomi: mentre il DSM-IV-TR² richiedeva che si manifestassero entro i primi tre anni di vita (Hodges et al., 2020), il DSM-5-TR³ permette la diagnosi durante il periodo precoce dello sviluppo (criterio C - APA, 2022). Infatti i bambini con disturbo dello spettro autistico spesso mostrano scarso interesse nelle situazioni sociali già nel primo anno di vita. I sintomi iniziano a essere riconosciuti tra i 12 e i 24 mesi. Nei casi gravi, i sintomi appaiono prima dei 12 mesi, mentre nei casi lievi possono emergere dopo i 24 mesi. In alcuni casi, la diagnosi può avvenire anche in età adulta (APA, 2022).

1.1.1 *Comorbilità del disturbo dello spettro autistico*

In accordo con il DSM-5-TR³, il disturbo dello spettro autistico spesso si presenta in comorbilità ad altri disturbi o problematiche tra cui: disturbo dello sviluppo intellettivo, disturbo del linguaggio (cioè incapacità di comprendere e costruire frasi grammaticalmente), difficoltà specifiche dell'apprendimento (lettura, scrittura, e calcolo) e disturbo dello sviluppo della coordinazione (APA, 2022).

¹ DSM-5, Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali - Quinta edizione

² DSM-IV-TR, Manuale diagnostic e statistic dei disturbi mentali - Quarta edizione - Text Revision

³ DSM-5-TR, Manuale diagnostic e statistic dei disturbi mentali - Quinta edizione - Text Revision

Frequente è anche la comorbidità con altri disturbi mentali tra cui: ADHD (attention deficit hyperactivity disorder), disturbi d'ansia o depressione. In particolare nel 70% di individui con disturbo dello spettro autistico è presente un altro disturbo mentale in comorbidità, e nel 40% dei casi i disturbi mentali in comorbidità sono 2 (APA, 2022).

1.2 Epidemiologia del disturbo dello spettro autistico

Sulla base dei dati dell'Osservatorio Nazionale, riportati dal Ministero della Salute nel 2022, il disturbo dello spettro dell'autismo in Italia è presente in 1 bambino su 77, nella fascia di età tra i 7 e i 9 anni (Ministero della Salute, 2022).

In tutte le popolazioni studiate, il sesso femminile sembra essere meno affetto del sesso maschile con un rapporto 1:3 o 1:4, in accordo con il DSM-5-TR³ (APA, 2022). Questo sembra essere dovuto ad una maggiore difficoltà della diagnosi nel sesso femminile in quanto, anche in presenza di disturbo dello spettro autistico, le migliori capacità di gestione delle interazioni sociali e la capacità di dissimulare le difficoltà attraverso l'imitazione di comportamenti verbali e non verbali rendono più difficile l'individuazione delle problematiche legate al disturbo. Inoltre per il sesso femminile, gli interessi atipici risultano meno evidenti in quanto spesso riguardano contenuti sociali (per esempio un cantante o un attore) o normativi (per esempio i cavalli) e quindi possono sembrare tipici, ma rimangono comunque insueti nella loro intensità (APA, 2022).

1.3 Strumenti diagnostici

Una corretta diagnosi è fondamentale per poter ricevere assistenza psicologica e in alcuni casi anche economica.

Uno studio (Falkmer et al., 2013) ha evidenziato come una diagnosi corretta debba essere operata da parte di un gruppo multidisciplinare, analizzando il comportamento e la storia dell'individuo da parte di più esperti ed avvalendosi di strumenti come ADOS (Autism diagnostic observation schedule - McCrimmon & Rostad, 2014) e ADI-R (Autism diagnostic interview-revised - Lord et al., 1994). È stato dimostrato come questi due test diagnostici, utilizzati congiuntamente, portano ad una correttezza nella diagnosi dell'81% dei casi nella fascia di età fino ai 3 anni e dell'80% nella fascia d'età superiore ai 3 anni (Falkmer et al., 2013).

ADOS-2, la versione aggiornata di ADOS⁴, è uno strumento di valutazione semi-strutturato e standardizzato (McCrimmon & Rostad, 2014) che permette di indagare le abilità sociali, comunicative, di gioco o d'immaginazione e i comportamenti ristretti e ripetitivi dell'individuo di cui si sospetta la presenza di disturbo dello spettro autistico. Sono presenti 5 moduli, di cui viene scelto quello più appropriato per l'individuo da testare sulla base delle sue capacità linguistiche, della sua età cronologica e/o dei suoi interessi e bisogni (McCrimmon & Rostad, 2014).

- Toddler module: è adatto per i bambini dai 12 ai 30 mesi che non parlano utilizzando frasi, ed è suddiviso in due algoritmi di punteggio: uno per chi non parla o utilizza poche parole, e l'altro per chi utilizza alcune parole.
- Modulo 1: è utilizzato per i bambini con più di 31 mesi e che non riescono a comporre frasi e anch'esso è suddiviso nei due algoritmi di punteggio sulla base delle capacità linguistiche, come il Toddler module.
- Modulo 2: è usato per i bambini che sanno utilizzare frasi, ma non hanno ancora sviluppato una parlata verbalmente fluente; suddiviso in due algoritmi di punteggio: uno per i bambini con meno di 5 anni e l'altro per i bambini con 5 o più anni.
- Modulo 3: è adatto per i ragazzi che parlano in maniera verbalmente fluida e hanno circa 16 anni o meno.
- Modulo 4: è usato per adolescenti o adulti verbalmente fluenti. Per la diagnosi, in tutti i moduli, viene utilizzato il punteggio complessivo dato dall'unione dei punteggi ottenuti dagli elementi appartenenti al dominio socio-affettivo e dagli elementi relativi al dominio dei comportamenti ripetitivi e ristretti (McCrimmon & Rostad, 2014).

ADI-R⁵ consiste in un'intervista standardizzata semi-strutturata (Lord et al.,1994) svolta da un clinico e sottoposta al caregiver dell'individuo, nella quale vengono indagati comportamenti legati al disturbo dello spettro autistico. ADI-R⁵ è composto da 5 parti: domande aperte, indagini sulla comunicazione (sia del passato che del presente), domande sullo sviluppo sociale e sul gioco (sia del passato che del presente), quesiti rispetto i comportamenti ripetitivi e ristretti e infine una serie di domande circa i comportamenti atipici in generale (Lord et al.,1994). I punteggi per ciascun item vanno

⁴ ADOS, Autism diagnostic observation schedule

⁵ ADI-R, Autism diagnostic interview-revised

da 0 a 3: un punteggio di 0 indica che non è presente quello specifico comportamento, un valore di 1 indica che il comportamento è presente ma non soddisfa pienamente i criteri indicati, un punteggio di 2 specifica la presenza del comportamento descritto con soddisfazione dei criteri, infine un punteggio di 3 indica una gravità estrema per quello specifico comportamento. Per ricevere la diagnosi di disturbo dello spettro autistico è necessario che il soggetto raggiunga diversi punteggi in 3 diversi domini del test: nel dominio della comunicazione è necessario che l'individuo che presenta utilizzo del linguaggio (con frasi spontanee di almeno di 3 parole e con la presenza di verbi occasionalmente) ottenga un punteggio inferiore a 8, mentre per gli individui non verbali è necessario presentino un punteggio minore di 7. Per il dominio sociale è necessario un punteggio uguale o inferiore a 10; infine per l'ambito dei comportamenti ripetitivi e ristretti si deve ottenere un punteggio minore di 3. Inoltre per ricevere la diagnosi è necessario anche che l'individuo mostri almeno un comportamento atipico in uno dei 3 diversi domini (sociale, comunicativo e dei comportamenti ripetitivi e ristretti) entro i 36 mesi d'età, descritto dal caregiver o osservato dal clinico (Lord et al., 1994).

In conclusione, secondo Falkmer (2013) e colleghi, per avere una diagnosi più completa è necessario conoscere il comportamento dell'individuo nei diversi contesti sia attraverso l'osservazione con la somministrazione di compiti, che attraverso le informazioni date dai genitori.

Negli ultimi decenni, si è iniziato ad indagare con maggiore attenzione l'area motoria: nel 2014, Lai e colleghi hanno identificato diverse caratteristiche motorie comuni in molti individui con disturbo dello spettro autistico. Queste caratteristiche potrebbero essere utilizzate come criteri aggiuntivi per migliorare la diagnosi e facilitare interventi precoci (Lai et al., 2014).

È stato osservato come i bambini molto piccoli (12-36 mesi), già diagnosticati con disturbo dello spettro autistico, presentino significativi ritardi motori (Lloyd et al., 2013). Pertanto, è ragionevole supporre che anche i bambini più giovani a rischio di disturbo dello spettro autistico possano mostrare ritardi simili.

Uno studio di Bhat e colleghi (Bhat et al., 2012) ha utilizzato l'AIMS (Alberta Infant Motor Scale), per valutare lo sviluppo grosso-motorio nei bambini con età compresa tra le 40 settimane e i 18 mesi (Eliks & Gajewska, 2022), concentrandosi sui fratelli e sorelle di bambini con disturbo dello spettro autistico. Il test valuta il bambino

nello svolgimento di una serie di compiti in 4 posizioni: 21 compiti in posizione supina, 9 in posizione prona, 12 da seduto e 16 in piedi. AIMS⁶ considera i 6 aspetti principali dello sviluppo grosso-motorio, come indicato da WHO Multicentre Growth Reference Study Group & de Onis (2007), ovvero: sedersi senza assistenza, stare in piedi con supporto, gattonare con mani e ginocchia, camminare con aiuto, stare in piedi autonomamente e camminare da soli. La valutazione con AIMS⁶ è di tipo categoriale: viene assegnato un punteggio di 0 per i comportamenti non osservati, e un punteggio di 1 per i comportamenti osservati. Il punteggio grezzo totale si ottiene dalla somma di tutte le valutazioni di tutti i compiti (Bhat et al., 2012). Lo studio (Bhat et al., 2012), ha messo a confronto i risultati ottenuti con AIMS⁶ dei fratelli e sorelle di bambini diagnosticati con disturbo dello spettro autistico, utilizzando ADOS⁴ e ADI-R⁵, a 3 e 6 mesi con un gruppo di controllo di bambini con sviluppo tipico. Gli esiti dello studio mostrano che un maggior numero di fratelli e sorelle di bambini con disturbo dello spettro autistico (ASD⁷) presentano ritardi grosso-motori rispetto al gruppo di controllo. I soggetti del gruppo di controllo a 3 mesi mostravano un punteggio grezzo totale di 14.22 ($p = 0.002$), con un range percentile di 38.9 ($p = 0.03$); mentre i fratelli e sorelle dei bambini con ASD⁷ di 3 mesi presentavano un punteggio grezzo totale di 10.67 ($p = 0.002$), e un rango percentile di 21.4 ($p = 0.03$). I bambini del gruppo di controllo a 6 mesi presentavano un punteggio grezzo totale di 30.09 ($p = 0.02$) e un punteggio percentile di 52.21 ($p = 0.03$); invece i fratelli e sorelle dei bambini con ASD⁷ mostravano un punteggio grezzo totale di 26.58 ($p = 0.02$) e un rango percentile totale di 34.25 ($p = 0.03$). Le prestazioni motorie erano considerate basse con un rango percentile inferiore a 25. Il 78% dei fratelli e sorelle di bambini con ASD⁷ di 3 mesi presentava prestazioni motorie basse, rispetto al 33% dei bambini con sviluppo tipico. A 6 mesi, il 50% dei fratelli di bambini con ASD⁷ mostrava prestazioni motorie basse, contro solo l'8,3% dei bambini con sviluppo tipico. In generale, il 50% dei bambini con prestazioni motorie basse a 3 mesi le manteneva anche a 6 mesi. Quindi i ritardi motori dei fratelli e sorelle di bambini con ASD⁷ in età precoce possono essere un indicatore significativo di rischio e dovrebbero essere valutati da pediatri ed educatori per favorire una diagnosi precoce e un trattamento tempestivo (Bhat et al., 2012).

⁶ AIMS, Alberta Infant Motor Scale

⁷ ASD, Disturbo dello spettro autistico

2 Il movimento di prensione

2.1 Definizione

Il movimento di prensione consiste nell'afferrare, completamente o parzialmente un oggetto, con l'intera mano o con le dita (Napier, 1956).

Più precisamente, il termine prensione indica l'uso efficace delle forze della mano su un oggetto per eseguire determinati compiti. Tale azione può assumere connotati fisicamente diversi, a seconda, della posizione della mano sull'oggetto, della precisione e della stabilità della presa per fare alcuni esempi. In particolare la posizione della mano nella prensione dipende sia da caratteristiche fisiche, sia da caratteristiche funzionali dell'oggetto, tra le quali possono essere citate a titolo di esempio più comune la forma, la dimensione, eccetera. Schlesinger (1919) ha sviluppato una delle prime classificazioni delle possibili posizioni che la mano può assumere sulla base della forma dell'oggetto, osservabili dalla **Figura 1**. Alcune delle posizioni descritte sono: la posizione cilindrica, nella quale il palmo avvolge e racchiude completamente l'oggetto che presenta una forma cilindrica; la posizione sferica, in cui il palmo tiene l'oggetto e le dita sono leggermente flesse, utilizzata appunto per oggetti dalla forma sferica; la posizione "hook" per afferrare gli oggetti solo con le dita, utilizzata ad esempio per tenere valige o borse (Schlesinger, 1919 in MacKenzie & Iberall, 1994).

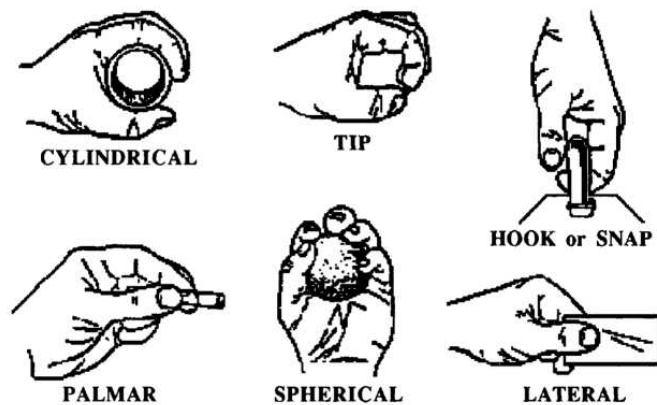


Figura 1. Alcune posizioni della mano secondo la classificazione di Schlesinger. (Schlesinger, 1919 in MacKenzie & Iberall, 1994)

Invece la dimensione dell'oggetto influisce in particolar modo sull'ampiezza dell'apertura della mano, che appare direttamente proporzionale alla larghezza dell'oggetto (Jeannerod, 1984). Anche le proprietà del braccio e della mano influenzano la posizione della mano nella prensione. Per fare un esempio si possono considerare i gradi di libertà consentiti dalle diverse articolazioni, le quali supportano i muscoli che

permettono di assumere la configurazione desiderata. Per gradi di libertà si intende la capacità motoria delle diverse articolazioni: l'arto superiore presenta 40 gradi di libertà, 30 dei quali sono presenti nella mano e nel polso (MacKenzie & Iberall, 1994).

La posizione della mano è dettata anche dagli obiettivi che si intende raggiungere. Nella maggior parte dei casi l'obiettivo della prensione è di afferrare un oggetto e di mantenerlo saldamente in mano evitando di farlo cadere. Si deve assumere quindi una posizione della mano tale da poter assolvere questo compito, cercando quindi di anticipare eventuali alterazioni che possono essere causate da forze che agiscono sull'oggetto, tra cui ad esempio la forza di gravità e la forza di attrito. La prima è una forza costante che agisce su un corpo dotato di massa e dipende dall'accelerazione di gravità, che è diretta verso il suolo e causata dall'attrazione tra la Terra e il corpo (Mazzoldi et al., 2023). Essendo questa forza diretta verso il suolo, tende ad attirare gli oggetti verso il basso, quindi la mano deve assumere delle posizioni tali da contrapporsi a questa. In particolare la posizione della mano determina una certa forza di presa, ovvero la forza esercitata dalla mano durante la prensione, e una certa forza di carico, cioè una forza verticale che permette il sollevamento degli oggetti (Westling & Johansson, 1984). Quest'ultima in particolare deve superare il valore della forza di gravità per permettere il sollevamento dell'oggetto preso. Invece, la forza di presa, per permettere la stabilità della presa ed evitare scivolamenti dell'oggetto, deve superare un valore minimo, il quale dipende dalla forza di carico e dalla forza di attrito tra l'oggetto e la pelle (Westling & Johansson, 1984). La forza di attrito, invece, è una forza che si oppone al movimento di scorrimento o rotolamento di un oggetto solido su un'altra superficie (Britannica, 2024). Un altro obiettivo è la manipolazione o il movimento dell'oggetto preso per svolgere diversi compiti, il quale determina una diversa posizione della mano sull'oggetto e il cambiamento di questa nel corso del movimento a seconda dell'azione da svolgere (MacKenzie & Iberall, 1994).

Sulla base della diversità delle intenzioni da perseguire e delle proprietà dell'oggetto, Napier classifica i movimenti di prensione in 2 distinte tipologie: presa di forza e presa di precisione (Napier, 1956 - **Figura 2**). La presa di forza consiste nella presa dell'oggetto con le dita parzialmente piegate, ruotate lateralmente e inclinate verso il lato ulnare della mano a formare una sorta di morsa, mentre il palmo, anch'esso piegato, forma l'altra componente della morsa. La presa di forza viene attuata nell'ambito del

movimento dello svitamento di un tappo di un barattolo, dove tramite le dita si esercita una certa forza in modo da far scorrere il tappo lungo il bordo (Napier, 1956).

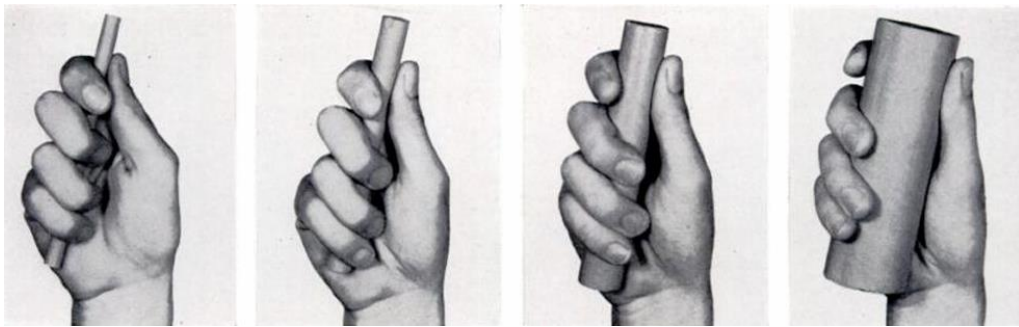


Figura 2. Presa di forza. (Napier, 1956).

In altri casi, la necessità primaria nell'afferrare un oggetto è quella di essere precisi, ad esempio quando si deve solo allentare e alzare il tappo di un barattolo già svitato. In questo caso, detto presa di precisione, il movimento si attua tenendo l'oggetto tra i flessori delle dita e il pollice, che si trova in posizione opposta, come si vede dalla **Figura 3**. Il pollice è ruotato sia a livello dell'articolazione carpo-metacarpale sia a livello dell'articolazione metacarpo-falangea, mentre le altre dita sono flesse e addotte in corrispondenza dell'articolazione metacarpo-falangea e questo movimento di adduzione permette di aumentare l'apertura della mano e la rotazione delle dita (Napier, 1956). Anche in questo tipo di presa si può immaginare una pinza nella quale una ganascia è formata dal pollice, mentre l'altra ganascia è formata da parte o da intere superfici della parte flessoria delle dita. Quando le dimensioni dell'oggetto diminuiscono la presa di precisione è svolta solamente dal pollice e dall'indice poiché questi permettono una manipolazione più precisa. Va sottolineato come, a parità di oggetto, sia l'intenzione primaria del movimento a determinare le caratteristiche anatomiche che la mano assume nella prensione (Napier, 1956).

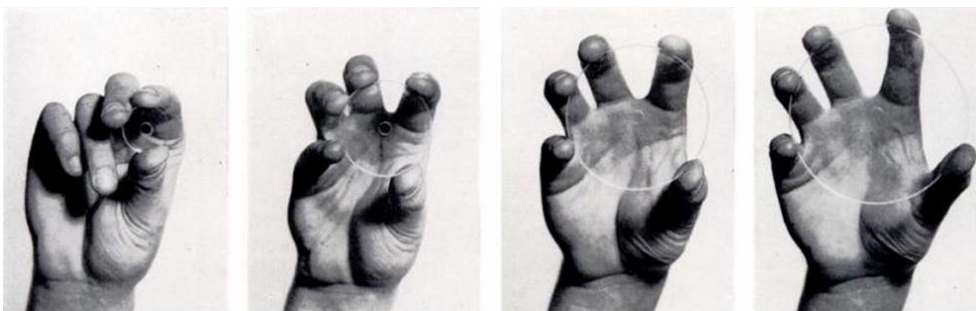


Figura 3. Presa di precisione. (Napier, 1956).

In questo elaborato si prenderà in considerazione solamente l'analisi cinematica come strumento di indagine del movimento di prensione. Questa consiste nell'analisi dei moti nei corpi indipendentemente dalle cause che li generano (Zanichelli, 1980).

2.2 Descrizione cinematica del movimento di prensione

Il movimento di prensione consiste nella sovrapposizione temporale coordinata di 2 movimenti: *reaching* o *transportation*, e *grasping* o *manipulation*, osservabili dalla **Figura 4**. Il primo movimento permette di spostare la mano dalla posizione di partenza fino alla posizione dell'oggetto desiderato e coinvolge le articolazioni e i gruppi muscolari prossimali (Jeannerod, 1984), quindi più vicini al centro del corpo. Perché questo primo movimento abbia successo sono necessarie due azioni da parte dell'individuo che compie il movimento: la valutazione della posizione esatta dell'oggetto rispetto al suo corpo e il movimento prossimale del braccio con lo scopo di portare la mano verso l'oggetto (Làdavias & Berti, 2020). Mentre, il secondo movimento (*grasping*) permette di avvolgere le dita o la mano attorno all'oggetto da prendere utilizzando i gruppi muscolari e le articolazioni distali, quindi più lontani dal centro del corpo. Il movimento di prensione riflette in maniera particolare il frutto del procedimento che permette di elaborare visivamente alcune caratteristiche fisiche dell'oggetto: la forma, la dimensione e il peso (Jeannerod, 1984).

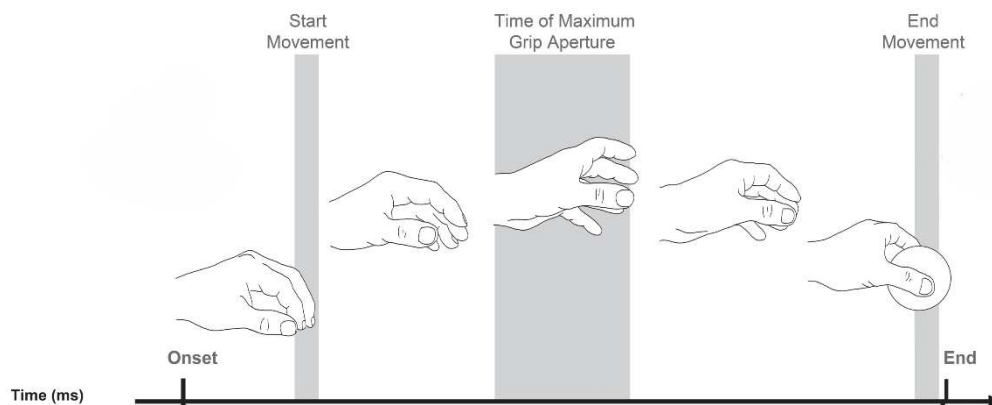


Figura 4. Il movimento di prensione: sovrapposizione coordinata dei movimenti di *reaching* e di *grasping*. (De Sanctis et al., 2013).

I metodi utilizzati per lo studio di questo movimento sono principalmente 3: l'utilizzo di videocamere che registrano i movimenti e l'analisi successiva dei fotogrammi

da parte degli sperimentatori (Jeannerod, 1984), oppure il ricorso a sistemi di registrazione optoelettronica, composti da telecamere che riescono a rilevare la presenza di marcatori riflettenti e a catturarne la traiettoria nello spazio durante il movimento. I marcatori sono solitamente posizionati sull'oggetto bersaglio e sulle dita e sul polso degli individui che svolgono i movimenti (Bootsma et al., 1994). Il terzo metodo possibile è l'utilizzo di sistemi ultrasonici che impiegano elettrodi emettitori di ultrasuoni come marcatori. Gli ultrasuoni emessi vengono captati da specifici sistemi ricevitori, che calcolano le coordinate tridimensionali di ciascun emettitore. Gli elettrodi vengono solitamente posizionati sul polso e sulle dita degli individui (Saling et al., 1996). Come precedentemente anticipato, in questo elaborato si prenderà in considerazione solamente l'analisi cinematica del movimento di prensione.

Utilizzando la registrazione cinematografica del movimento mediante telecamere è stato possibile descrivere matematicamente il movimento di raggiungimento e prensione (Jeannerod, 1984): durante la fase di raggiungimento le dita si estendono e assumono già una certa conformazione in base alla forma e alla grandezza dell'oggetto da prendere, durante la fase di prensione le dita si chiudono fino a permettere il contatto e la presa dell'oggetto. Questa descrizione è stata proposta per la prima volta da Jeannerod (1984), realizzando uno studio dove gli individui dovevano sedersi davanti ad una scatola appoggiando la fronte sul pannello frontale e guardare attraverso una finestra posta nello scompartimento superiore, come si può notare dalla **Figura 5**.

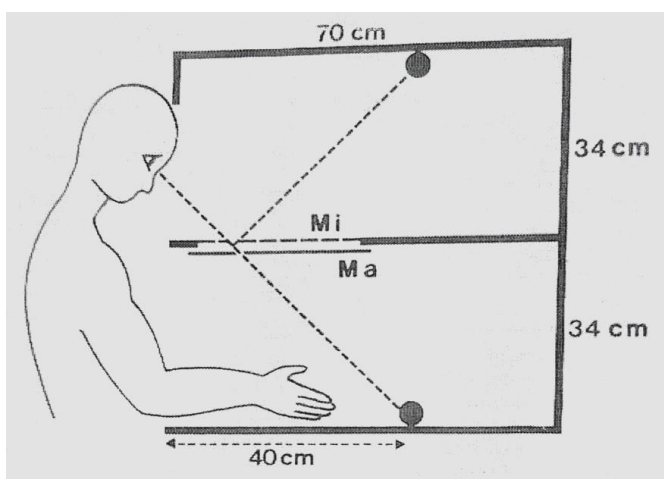


Figura 5. Struttura utilizzata nello studio. Mi indica lo specchio, Ma indica la maschera (Jeannerod, 1984).

Gli individui dovevano poi posizionare la mano destra nel settore situato in basso tenendo l'avambraccio nella posizione prona e le dita semi piegate. Grazie ad uno specchio situato a metà della struttura, che rifletteva l'oggetto del compartimento

inferiore, i soggetti dovevano prendere alcuni oggetti tridimensionali contenuti in questo e portarli fino alla posizione di partenza della mano. Sono state utilizzate 3 condizioni sperimentali: nella prima, gli individui, grazie allo specchio, riuscivano a vedere l'oggetto da prendere e non riuscivano a vedere la propria mano prima o durante la prima parte di movimento ma la vedevano solo quando questa entrava nel loro campo visivo (Jeannerod, 1984). Nella seconda condizione gli individui non riuscivano a vedere il settore inferiore e la propria mano poiché una maschera veniva posta sotto lo specchio, coprendolo. Gli oggetti da afferrare venivano mostrati nella parte superiore del compartimento, e gli individui potevano vedere un'immagine riflessa dell'oggetto nello specchio. Un altro oggetto, identico a quello riflesso nello specchio, era posizionato direttamente sul tavolo, coincidente esattamente con l'immagine virtuale vista nello specchio. In questo modo, gli individui riuscivano a prendere l'oggetto senza vedere la propria mano (Jeannerod, 1984). Nella terza condizione gli individui inizialmente potevano vedere l'oggetto, ma quando il movimento di prensione aveva inizio, le luci venivano spente quindi la restante parte del movimento era svolta al buio (Jeannerod, 1984). L'esperimento è stato filmato con una cinecamera utilizzando 50 immagini al secondo e analizzando successivamente i vari fotogrammi (Jeannerod, 1984).

Le conclusioni a cui si arriva grazie a questo studio sono molte. Innanzitutto viene notato come la traiettoria del movimento di prensione completo abbia una forma a U rovesciata in tutti gli individui e indipendentemente dalla distanza dell'oggetto: la mano dalla posizione di riposo, in cui le dita sono semi flesse, viene alzata e contemporaneamente le dita iniziano ad allungarsi e ad aumentare la grandezza della presa fino al raggiungimento di un'apertura massima. Successivamente le dita riscendono verso l'oggetto da prendere posizionato sul tavolo, come si può notare dalla **Figura 6** (Jeannerod, 1984).

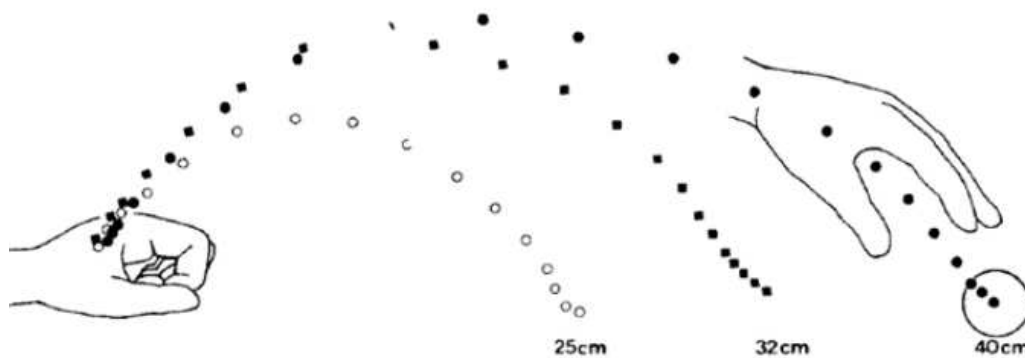


Figura 6. Traiettorie a U del movimento di prensione. I punti raffigurano la posizione del polso ogni 40 ms (Jeannerod, 1984).

Si nota inoltre, come la distanza dell'oggetto sia direttamente proporzionale all'ampiezza della traiettoria a U (Jeannerod, 1984): maggiore è la distanza della mano dall'oggetto da prendere e maggiore sarà anche l'ampiezza della curva a U. Lo studio dimostra inoltre come nello svolgere il movimento di *reaching* la velocità tangenziale, ovvero la velocità di un corpo che si muove di moto circolare lungo una traiettoria curvilinea con direzione tangente alla traiettoria in ogni punto (Catania, 2024), sia irregolare. Infatti questa aumenta rapidamente fino al raggiungimento della velocità massima per poi diminuire in maniera più lenta all'avvicinarsi della mano all'oggetto. La velocità massima risulta fortemente correlata alla distanza dell'oggetto e quindi anche all'ampiezza del movimento, essendo questi correlati (Jeannerod, 1984): la velocità massima aumenta linearmente con l'ampiezza del movimento (Jeannerod, 1981).

Durante la fase di *reaching* il punto di velocità massima è seguito da un "break point" (Jeannerod, 1984). Durante questa fase, che si verifica in maniera costante tra il 70% e l'80% del tempo totale di completamento del movimento, la velocità tangenziale tende a diventare regolare o ad aumentare nuovamente. Invece, il *grasping* è caratterizzato da due fasi: durante la prima fase le dita si allungano fino a raggiungere l'apertura massima della mano, durante la seconda fase l'apertura della mano diminuisce in modo da circondare e afferrare l'oggetto da prendere. L'apertura massima della mano risulta essere sempre maggiore rispetto alla reale grandezza dell'oggetto da prendere (Jeannerod, 1981) ed è inoltre correlata alla sua larghezza: più largo risulta l'oggetto, più larga dovrà essere la presa. L'apertura massima della mano si verifica tra il 74% e l'81% del tempo totale di completamento del movimento di prensione, quindi quasi contemporaneamente al "break point" (Jeannerod, 1984). Il movimento di apertura

massima della mano è seguito da una restrizione dell'apertura in conformità con le dimensioni dell'oggetto in modo da avvolgerlo e completare il movimento di prensione. Nella prima condizione sperimentale l'ultima fase della prensione si verifica senza alcun problema: la superficie dell'indice e del pollice dei soggetti tocca contemporaneamente l'oggetto per poi chiudere la presa. Nelle altre due situazioni sperimentali, dove gli individui non vedono l'oggetto (seconda e terza condizione), la mano spesso non raggiunge direttamente l'oggetto ma si ferma a pochi centimetri da esso, con la punta dell'indice che tasta lo spazio che precede l'oggetto. Successivamente, la mano posiziona le dita correttamente per avvolgere l'oggetto (Jeannerod, 1984).

Alcuni aspetti qualitativi del movimento di prensione risultano invariati per tutte le 3 condizioni sperimentali: la traiettoria a U del movimento della mano, la flessione e l'apertura delle dita durante il *reaching* e il *grasping* e gli intervalli di tempo nei quali si verificano il "break point" e l'apertura massima della mano. Sono però presenti alcune differenze tra la prima e la terza condizione sperimentale: nella condizione di visione il movimento di prensione durava di più e il "break point" si verificava in anticipo (Jeannerod, 1984). Infatti, nella terza condizione sperimentale, il primo e il secondo soggetto mostrano una durata del movimento rispettivamente di 708,5 ms e di 674,2 ms, mentre nella prima condizione sperimentale, quella del primo soggetto è di 782,3 ms e quella del secondo di 714,2 ms. Jeannerod (1984) spiega l'aumento della durata del movimento nella prima condizione come una necessità del sistema visivo di maggiore tempo per processare le informazioni visive (Jeannerod, 1984).

3 Il movimento di prensione nel disturbo dello spettro autistico

3.1 Uno studio cinematico del movimento di prensione nel disturbo dello spettro autistico

Il movimento di prensione, già negli individui con sviluppo tipico a partire dagli 8 anni presenta le stesse caratteristiche di quello svolto dagli adulti (Mari et al., 1999), descritto nel secondo capitolo. Questo dato risulta importante poiché nello studio svolto da Mari e colleghi (2003) viene descritto il movimento di prensione in individui con età compresa tra i 9 e i 13 anni con ASD⁷ e confrontato con quello di individui con sviluppo tipico. Lo scopo dello studio era quello di definire e analizzare le differenze del movimento di prensione nei due gruppi di individui e di approfondire come il quoziente intellettivo influisse in questo movimento (Mari et al., 2003). Lo studio ha esaminato 20 individui con ASD⁷ (11 maschi e 9 femmine) e 20 individui con sviluppo tipico (10 maschi e 10 femmine), di età compresa tra 9 e 13 anni. Tra questi, alcuni erano destrimani, mentre altri erano mancini. È importante sottolineare che, dopo una valutazione motoria, due individui con ASD⁷ sono stati esclusi dallo studio a causa di disturbi motori come tic, paralisi cerebrale e tremori, al fine di evitare di compromettere i risultati (Mari et al., 2003).

Per poter analizzare come il quoziente intellettivo influenzasse i disturbi del movimento di prensione negli individui con ASD⁷ è stato svolto *Wechsler intelligence scale for children (WISC-R - Wechsler, 1949)*, che consiste in 10 test suddivisi in una parte verbale e una parte di “*performance*”. Quest’ultima include: il completamento di figure, l’ordinamento di immagini, la ricostruzione di oggetti, il disegno con blocchi e infine il cifrario oppure il labirinto (Wechsler, 1949). In base ai punteggi ottenuti nel test, gli individui con ASD⁷ sono stati suddivisi in tre gruppi: il primo gruppo (n=10), comprendeva coloro che avevano ottenuto un punteggio tra 70 e 79, indicativo di basse abilità intellettive; il secondo gruppo (n=6) includeva individui con abilità intellettive medie, con punteggi tra 80 e 89; l’ultimo gruppo (n=4) era costituito da individui con punteggi tra 90 e 109, che presentano quindi abilità intellettive alte. Invece gli individui a sviluppo normo tipico presentavano un quoziente intellettivo nella norma, non sono quindi stati suddivisi in gruppi (Mari et al., 2003).

Il compito richiesto agli individui consisteva nella presa di un oggetto, che presentava dimensioni differenti, posto sulla superficie di lavoro, con distanze variabili. Le diverse dimensioni e le differenti distanze dell'oggetto costituiscono le variabili indipendenti dello studio. L'oggetto era un cubo e poteva essere: piccolo e quindi con il lato di 1 cm oppure grande con il lato di 4 cm. Poteva essere posizionato a 18 cm oppure a 28 cm dalla posizione dell'individuo. Ogni oggetto presentava uno o più LED (*Light Emitting Diodes*), come si può notare dalle **Figure 6a** e **6b** (Mari et al., 2003). Infatti lo studio ha utilizzato un sistema di registrazione optoelettronica, descritto precedentemente all'interno del secondo capitolo.

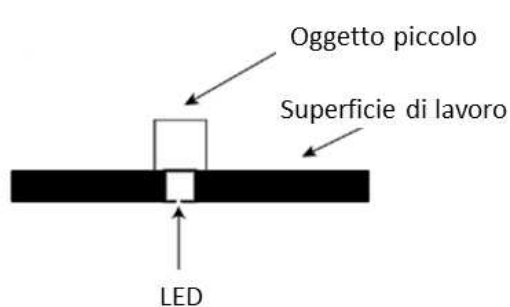


Figura 6a. L'oggetto piccolo, che presenta un solo LED, posizionato sulla superficie di lavoro (Mari et al., 2003).

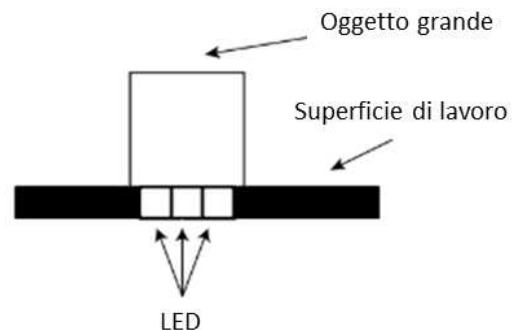


Figura 6b. L'oggetto grande, che presenta tre LED, posizionato sulla superficie di lavoro (Mari et al., 2003).

Oltre agli oggetti, anche la mano dominante dell'individuo che svolgeva il compito presentava dei marcatori ovvero dei diodi che emettevano luce a infrarossi. Questi in particolare erano posizionati: sul polso, più precisamente sul lato radiale del processo stiloideo del radio distale, sul lato radiale dell'unghia dell'indice e infine sul lato ulnare dell'unghia del pollice (Mari et al., 2003), come si può osservare dalla **Figura 7**.

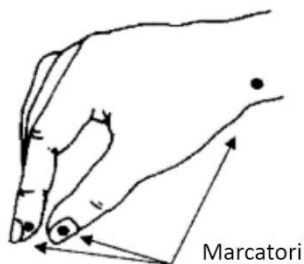


Figura 7. I diodi, utilizzati come marcatori, vengono posizionati sul polso, sull'indice e sul pollice della mano dominante degli individui (Mari et al., 2003).

La registrazione della luce infrarossi emessa dai diodi avveniva grazie a due telecamere inclinate di circa 30°, poste sopraelevate a 2 metri di distanza dal tavolo ai lati opposti di questo (Mari et al., 2003), osservabili dalla **Figura 8**.

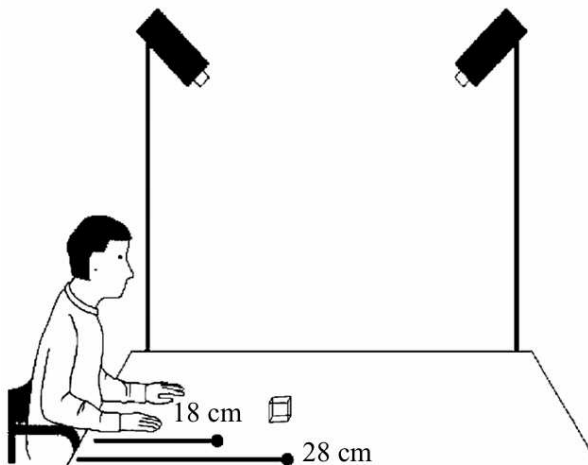


Figura 8. Situazione sperimentale. Gli individui dovevano sedersi su un tavolo che presentava oggetti di diverse dimensioni e con diversa distanza dal loro corpo. Sono presenti due telecamere in alto per rilevare gli infrarossi emessi dai marcatori (Mari et al., 2003).

Lo studio ha misurato la componente di *reaching* e quella di *grasping*. Per analizzare la prima si è preso in considerazione il marcatore posizionato sul polso, studiando il suo percorso e la sua variazione di velocità. Per approfondire il *grasping*, invece, lo studio ha tenuto conto dei marcatori posizionati sul pollice e sull'indice e di come la distanza tra questi variava nel corso del tempo. La durata del movimento, misurata in millisecondi (ms), è stata calcolata dal primo movimento del polso fino al contatto stabile tra pollice e indice sull'oggetto (Mari et al., 2003). La durata della decelerazione è stata misurata, in ms, dal raggiungimento della velocità massima fino al completamento del movimento di prensione. Lo studio ha analizzato anche l'ampiezza, in millimetri (mm), e il momento temporale, in ms, dell'apertura massima della mano. Infine è stata considerata anche la velocità massima raggiunta dalla mano durante il movimento, misurata in millimetri al secondo (mm s^{-1}) (Mari et al., 2003).

Il test statistico utilizzato nello studio, dopo aver verificato la distribuzione normale dei dati, è l'analisi della varianza (ANOVA). Questa è una tecnica statistica utilizzata per confrontare le medie di più gruppi e determinare se esistono differenze statisticamente significative tra di essi (Pozzolo, 2021). Come variabile indipendente o fattore tra i soggetti è stato utilizzato il gruppo di appartenenza degli individui (gruppo degli individui con ASD⁷ oppure gruppo con sviluppo tipico), invece, come fattori entro

i soggetti, le variabili indipendenti sopra descritte, cioè le caratteristiche dell'oggetto (grandezza e distanza dal corpo dell'individuo) (Mari et al., 2003).

Per svolgere l'analisi a posteriori, è stato utilizzato il test Newman-Keuls, con alfa pari a 0.05. Questo test permette di svolgere confronti multipli tra le medie dei gruppi che si vogliono paragonare e consente di determinare quali medie dei gruppi differiscono significativamente dopo aver rilevato che esistono differenze generali con l'ANOVA (Abdi & Williams, 2010).

3.2 Risultati dello studio e possibili spiegazioni

I risultati ottenuti hanno permesso di evidenziare alcune caratteristiche comuni in tutti i gruppi: la durata del movimento e la durata della decelerazione risultavano maggiori sia per gli oggetti più piccoli che quando la distanza tra individuo e oggetto era maggiore. Inoltre, la velocità massima era più alta e si raggiungeva prima nel tempo per gli oggetti più grandi e quando la distanza dall'individuo era maggiore. Al contrario, l'apertura massima della mano si verificava in maniera anticipata per gli oggetti più piccoli o più vicini all'individuo (Mari et al., 2003).

Per quanto concerne il movimento di prensione nel gruppo dei bambini con ASD⁷, questo risultava analogo a quello degli individui con sviluppo tipico nello svolgimento del movimento. Tuttavia, l'ANOVA, utilizzando la variabile gruppo come fattore tra i soggetti e la grandezza e la distanza dell'oggetto come fattore entro il soggetto ha evidenziato come i bambini con ASD⁷ e quoziente intellettivo intermedio o alto non mostravano differenze significative rispetto al gruppo di controllo per quanto riguarda le tempistiche dello svolgimento del movimento di prensione (Mari et al., 2003). Al contrario, il gruppo di bambini con ASD⁷ e con abilità intellettive basse presentano una maggiore durata del movimento di prensione e della decelerazione sia rispetto al gruppo di individui con sviluppo tipico, sia rispetto al gruppo di bambini con ASD⁷ e abilità intellettive alte o medie. In particolare, quest'ultimo gruppo mostrava una durata del movimento e della decelerazione significativamente minore rispetto al gruppo di individui con sviluppo tipico (Mari et al., 2003), come si può vedere dal ***Grafico 1***.

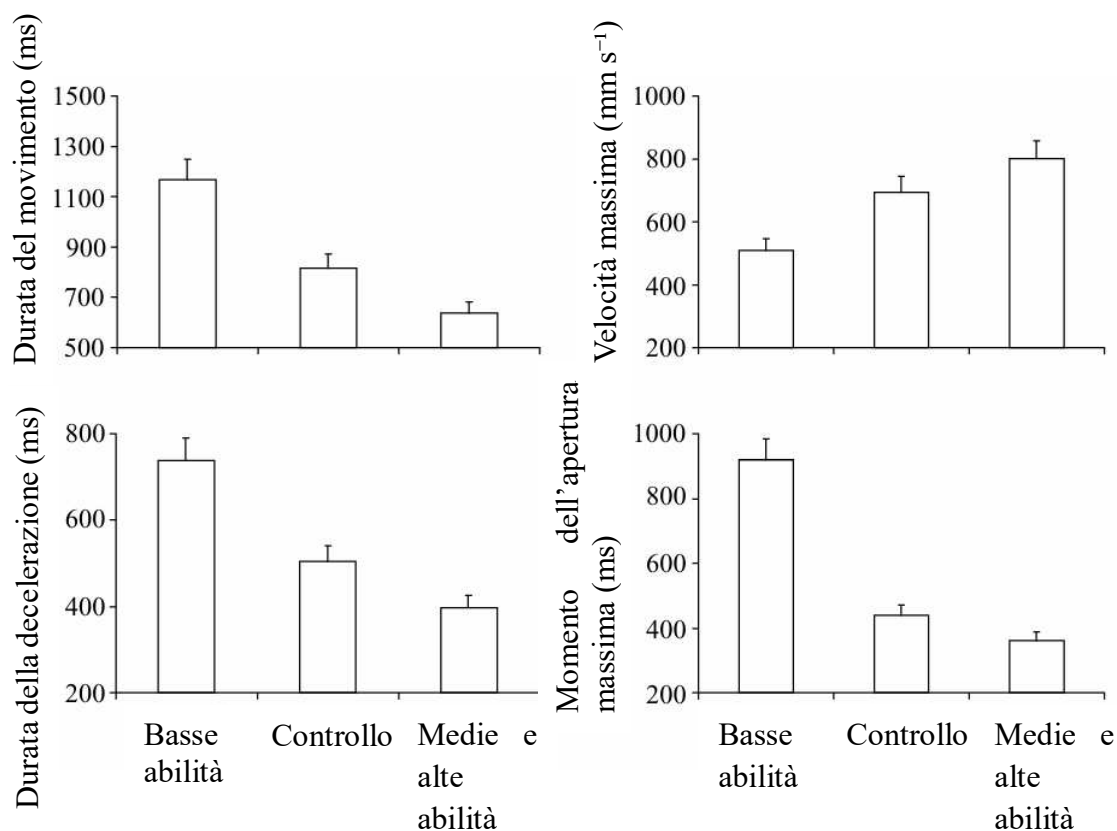


Grafico 1. Grafici della durata del movimento, della velocità massima, della durata della decelerazione e del momento in cui avviene l'apertura massima della mano nei 3 gruppi: gruppo delle basse abilità intellettive, gruppo di individui con sviluppo tipico, gruppo delle medie e alte abilità intellettive (Mari et al., 2003).

Inoltre, per i bambini con ASD⁷ e abilità intellettive basse, la velocità massima raggiunta durante la traiettoria di movimento risultava significativamente minore rispetto al gruppo di individui con sviluppo tipico. Invece il momento nel quale si verificava l'apertura massima della mano era anticipato nel tempo rispetto al gruppo di controllo, come si può osservare dai grafici del **Grafico 1** (Mari et al., 2003).

In conclusione, i bambini con ASD⁷ e abilità intellettive basse apparivano essere in difficoltà nell'attivare contemporaneamente e coordinare le due componenti (*reaching* e *grasping*) del movimento di prensione. Infatti l'inizio del movimento di *grasping* si verificava dopo 748 ms (oggetto grande) e dopo 812 ms (oggetto piccolo), dall'inizio del movimento di *reaching*. Invece nel gruppo di individui con ASD⁷ e abilità intellettive medie e alte questa differenza era solo di 112 ms, se l'oggetto era grande e di 110 ms se l'oggetto invece era piccolo (Mari et al., 2003). Lo studio ha ipotizzato che la difficoltà a coordinare le due componenti del movimento di prensione nei bambini con ASD⁷ e abilità

intellettive basse potesse essere dovuta a una disfunzione del sistema nervoso centrale che regola la sovrapposizione dei due processi (*reaching* e *grasping*) (Jeanneord, 1984), dovuta appunto alle minori capacità cognitive. Inoltre questa ipotesi spiegherebbe anche la differenza ampia tra l'inizio del *reaching* e l'inizio del *grasping* che si nota nel gruppo di individui con ASD⁷ e abilità intellettive basse in base alla grandezza dell'oggetto. Il sistema nervoso centrale infatti richiede un'elaborazione neurale più complessa per i compiti più precisi, ad esempio appunto per prendere un oggetto più piccolo. Quindi l'elaborazione neurale risulta maggiormente difficile, e quindi necessita di più tempo, per i bambini con abilità intellettive basse, come si può notare dai dati riportati sopra (Mari et al., 2003).

L'ipotesi che le difficoltà motorie possano essere causate da difficoltà e lentezza nell'attivazione e coordinazione del movimento di prensione può spiegare anche gli altri sintomi dell'ASD⁷: problematiche nelle interazioni sociali e in particolare difficoltà nell'avviare le conversazioni (Prizant & Wetherby, 1985), lentezza nel rispondere (Mirenda & Donnellan, 1986) e svolgimento di attività limitate (APA, 2022) (Leary & Hill, 1996). I problemi motori possono influire in modo significativo sulla capacità di una persona di controllare i propri movimenti, compromettendo così la sua abilità di comunicare, interagire e collaborare in modo efficace con gli altri (Leary & Hill, 1996). Quindi, secondo Leary & Hill è necessario valutare anche i sintomi neurologici sottostanti ai disturbi del movimento negli individui con ASD⁷ come possibili cause sottostanti anche agli altri sintomi tipici e già inclusi nei criteri diagnostici del disturbo (Leary & Hill, 1996).

Conclusioni

Il disturbo dello spettro autistico è un quadro complesso, che si associa a difficoltà in diversi ambiti, e richiede quindi un approccio completo che consideri tutte le sue numerose caratteristiche e comorbidità. Per garantire un approccio globale, è importante analizzare anche il movimento di prensione, esaminato nel presente elaborato, poiché questo presenta tempistiche differenti negli individui con ASD⁷, specialmente quando le abilità intellettive sono ridotte (Mari et al., 2003). L'analisi del movimento di prensione risulta utile per valutare la modalità di svolgimento di specifiche abilità negli individui con ASD⁷, e consente di dedurre il funzionamento del loro sistema motorio. Inoltre, l'analisi cinematica di questo movimento potrebbe essere utilizzata come indicatore precoce della potenziale presenza di ASD⁷ (Bhat et al., 2012; Mari et al., 2003). Questo permetterebbe una diagnosi tempestiva e completa, la quale risulta necessaria per fornire un supporto il più globale possibile.

Lo studio di Mari e colleghi (2003) ha ipotizzato che le diverse tempistiche nello svolgimento del movimento di prensione potessero essere causate da una difficoltà degli individui con ASD⁷ ad iniziare, cambiare ed eseguire efficacemente i movimenti. Questa ipotesi potrebbe spiegare anche gli altri sintomi del disturbo, ovvero le difficoltà ad avviare e mantenere le interazioni sociali (Leary & Hill, 1996). Un possibile futuro campo di ricerca dell'ASD⁷ potrebbe essere quindi la comprensione del collegamento tra i sintomi comportamentali e sociali e le caratteristiche motorie. Questo può avere implicazioni significative per lo sviluppo di interventi terapeutici mirati a migliorare le competenze motorie e la coordinazione in questi individui, tenendo conto delle loro specifiche esigenze e capacità.

Quindi, anche il movimento di prensione e tutte le altre capacità motorie dovrebbero essere studiati per permettere di sviluppare degli strumenti diagnostici dell'ASD⁷, di riabilitazione e di supporto ancora più completi, individualizzati e improntati al benessere sempre maggiore degli individui con ASD⁷.

Acronimi

- ¹ DSM-5, Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali - Quinta edizione.
- ² DSM-IV-TR, Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali - Quarta edizione - Text Revision.
- ³ DSM-5-TR, Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali – Quinta edizione - Text Revision.
- ⁴ ADOS, Autism diagnostic observation schedule.
- ⁵ ADI-R, Autism diagnostic interview-revised.
- ⁶ AIMS, Alberta Infant Motor Scale.
- ⁷ ASD, Disturbo dello spettro autistico.

Bibliografia

- Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Newman-Keuls test and Tukey test. *Encyclopedia of research design*, 2, 897-902.
- American Psychiatric Association APA (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5-TR (5th ed. – Text Revision)*. American Psychiatric Publishing. *Edizione italiana della Text Revision a cura di Giuseppe Nicolò e Enrico Pompili. Edizione italiana DSM-5 a cura di Massimo Biondi*. Milano : Raffaello Cortina Editore (2023). 41-43, 66-80.
- Bhat A.N., Galloway J.C., Landa R.J. (2012) Relationship between early motor delay and later communication delay in infants at risk for autism. *Infant Behav Dev* , 35(4), 838–846.
- Bootsma, R. J., Marteniuk, R. G., MacKenzie, C. L., & Zaal, F. T. (1994). The speed-accuracy trade-off in manual prehension: effects of movement amplitude, object size and object width on kinematic characteristics. *Experimental brain research*, 98, 535-541.
- Britannica, The Editors of Encyclopaedia (2024). friction. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/friction>
- Catania A. (2024). Velocità tangenziale e media istantanea: definizione e formule. *Youmath*. <https://www.youmath.it/lezioni/fisica/cinematica/3239-velocita-tangenziale.html>
- *De Sanctis, T., Tarantino, V., Straulino, E., Begliomini, C., & Castiello, U. (2013). Co-registering kinematics and evoked related potentials during visually guided reach-to-grasp movements. *PLoS One*, 8(6), e65508.
- Elik, M., Gajewska, E. (2022). The Alberta Infant Motor Scale: A tool for the assessment of motor aspects of neurodevelopment in infancy and early childhood. *Frontiers in neurology*, 13, 1-10.
- Falkmer, T., Anderson, K., Falkmer, M., & Horlin, C. (2013). Diagnostic procedures in autism spectrum disorders: a systematic literature review. *European child & adolescent psychiatry*, 22, 329-340.

- Grzadzinski, R., Huerta, M., & Lord, C. (2013). DSM-5 and autism spectrum disorders (ASDs): an opportunity for identifying ASD subtypes. *Molecular autism*, 4, 1-6.
- Harris, S. R. (2017). Early motor delays as diagnostic clues in autism spectrum disorder. *European journal of pediatrics*, 176, 1259-1262.
- Hodges, H., Fealko, C., Soares, N. (2020). Autism spectrum disorder: definition, epidemiology, causes, and clinical evaluation. *Translational pediatrics*, 9(Suppl 1), S55-S65.
- Jeannerod, M. (1981). Intersegmental coordination during reaching at natural visual objects. In J. Long, A. Baddeley, *Attention and Performance IX*. 153-168, Hillsdale: Erlbaum.
- Jeannerod, M. (1984). The timing of natural prehension movements. *Journal of Motor Behavior*, 16(3), 235-254.
- Ládavas, E., Berti, A. E. (2020). *Neuropsicologia* (quarta edizione). Il Mulino, 68-69.
- MacKenzie, C. L., Iberall, T. (1994). *The grasping hand*. Elsevier. 15-18.
- *Lai M.C., Lombardo M.V., Baron-Cohen S. (2014) Autism. *Lancet*, 383(9920), 896–910.
- Leary, M. R., & Hill, D. A. (1996). Moving on: autism and movement disturbance. *Mental Retardation-Washington*, 34(1), 39-53.
- *Lloyd M., MacDonald M., Lord C. (2013). Motor skills of toddlers with autism spectrum disorders. *Autism*, 17(2), 133–146.
- Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 24(5), 659-685.
- Ministero della Salute (2022). Salute mentale. 2 aprile 2022, *Giornata mondiale della consapevolezza sull'autismo*. <https://www.salute.gov.it/portale/saluteMentale/dettaglioNotizieSaluteMentale.jsp?lingua=italiano&menu=notizie&p=dalministero&id=5853>

- *Mirenda, P. L., & Donnellan, A. M. (1986). The effects of adult interaction styles on conversation behavior in adolescents with handicaps. *Language, Speech and Hearing Services in Schools*, 17, 126-141.
- Mari, M., Castiello, U., Marks, D., Marraffa, C., & Prior, M. (2003). The reach-to-grasp movement in children with autism spectrum disorder. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358(1430), 393-403.
- *Mari, M., Castiello, U., Marks, D., Marraffa, C. & Prior, M. 1999 The reach-to-grasp movement in children with autism spectrum disorder. *European Congress on Autism*, Glasgow, UK.
- Mazzoldi, P., Nigro, M., Voci, C. (2023). *FISICA - Volume I - Meccanica e Termodinamica*. EdiSES Edizioni S.r.l.: Napoli.
- McCrimmon, A., & Rostad, K. (2014). Test review: Autism diagnostic observation schedule, (ADOS-2) manual (Part II): Toddler module. *Journal of Psychoeducational Assessment* 2014, Vol 32(1), 88–92.
- Napier, J. R. (1956). The prehensile movements of the human hand. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 38(4), 902-913.
- Pozzolo P. (2021). ANOVA: l'analisi della varianza spiegata semplice. *La tua statistica*. <https://paolapozzolo.it/anova-introduzione/>
- *Prizant, B. M., & Wetherby, A. M. (1985). Intentional communicative behaviour of children with autism: Theoretical and practical issues. *Australian Journal of Human Communication Disorders*, 13, 21-59.
- Saling, M., Mescheriakov, S., Molokanova, E., Stelmach, G. E., & Berger, M. (1996). Grip reorganization during wrist transport: the influence of an altered aperture. *Experimental Brain Research*, 108, 493-500.
- *Schlesinger, G., (1919). Der mechanische Aufbau der kunstlichen Glieder in Ersatzglieder und Arbeitshilfen, *Springer*, Berlin.
- Treccani(2010), *Autismo*, Dizionario di Medicina [https://www.treccani.it/enciclopedia/autismo_\(Dizionario-di-Medicina\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/autismo_(Dizionario-di-Medicina)/)
- Wechsler D. (1949). Wechsler intelligence scale for children. *The psychological corporation*. New York. p. 5-7, 22-23.

- Westling, G., & Johansson, R. S. (1984). Factors influencing the force control during precision grip. *Experimental brain research*, 53, 277-284.
- *WHO Multicentre Growth Reference Study Group, & de Onis, M. (2007). WHO Motor Development Study: windows of achievement for six gross motor development milestones. *Acta paediatrica*, 95, 86-95.
- Zanichelli (1980). *Vocabolario della lingua italiana*. Casarile (Milano).

*= opere non direttamente consultate