



# RAPPORTI ISTISAN 25|12

ISSN: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

## **Teleriabilitazione nei disturbi del neurosviluppo in età evolutiva: evidenze e pratica clinica**

A cura di M.L. Scattoni, M. Micai,  
L. Gila, F. Fulceri, A. Caruso



TECNOLOGIE  
E SALUTE



Istituto Superiore di Sanità

**Teleriabilitazione nei disturbi del neurosviluppo in età evolutiva: evidenze e pratica clinica.**

A cura di Maria Luisa Scattoni, Martina Micai, Letizia Gila, Francesca Fulceri, Angela Caruso  
2025, v, 130 p. Rapporti ISTISAN 25/12

Il presente rapporto esamina l'efficacia della teleriabilitazione nei disturbi del neurosviluppo in età evolutiva, tra cui disabilità intellettive, disturbi della comunicazione, disturbo dello spettro autistico, deficit di attenzione/iperattività, disturbi dell'apprendimento, disturbi del movimento, ipoacusie e sordità. Le revisioni sistematiche della letteratura evidenziano la teleriabilitazione come strumento promettente, che migliora non solo l'efficacia clinica, ma anche le competenze genitoriali e favorisce l'accesso ai trattamenti superando barriere geografiche. Tuttavia, i risultati devono essere letti con cautela, dato il numero limitato di studi clinici randomizzati controllati e l'eterogeneità dei campioni. La personalizzazione dell'intervento e l'analisi di variabili nell'implementazione dell'approccio a distanza sono fondamentali per il successo del trattamento. Il rapporto offre raccomandazioni pratiche per i professionisti, migliorando la qualità degli interventi e supportando l'adozione di nuove metodologie terapeutiche.

*Parole chiave:* Teleriabilitazione; Disturbi del neurosviluppo; Bambino; Adolescente; Accessibilità ai servizi sanitari; Pratica basata su evidenze

Istituto Superiore di Sanità

**Telerehabilitation in neurodevelopmental disorders in childhood: evidence and clinical practice.**

Edited by Maria Luisa Scattoni, Martina Micai, Letizia Gila, Francesca Fulceri, Angela Caruso  
2025, v, 130 p. Rapporti ISTISAN 25/12 (in Italian)

This report examines the effectiveness of tele-rehabilitation in neurodevelopmental disorders during childhood, including intellectual disabilities, communication disorders, autism spectrum disorder, attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD), learning disabilities, movement disorders, hearing loss and deafness. Systematic literature reviews highlight tele-rehabilitation as a promising tool that not only improves clinical efficacy but also enhances parental skills and facilitates access to treatment by overcoming geographical barriers. However, the results must be interpreted with caution due to the limited number of randomized controlled clinical trials and the heterogeneity of the samples. The personalization of interventions and the analysis of various factors in implementing the remote approach are crucial for treatment success. The report provides practical recommendations for professionals, improving the quality of interventions and supporting the adoption of new therapeutic methodologies.

*Key words:* Telerehabilitation; Neurodevelopmental disorders; Child; Adolescent; Health services accessibility; Evidence-based practice

Si ringrazia la dott.ssa Giulia Galati per il supporto tecnico-amministrativo delle attività.

Per informazioni su questo documento scrivere a: [marialuisa.scattoni@iss.it](mailto:marialuisa.scattoni@iss.it)

*Nel documento la forma maschile scelta si riferisce sempre contemporaneamente a persone femminili, maschili e persone diverse, se non diversamente specificato.*

*Le denominazioni multiple vengono omesse a favore di una migliore leggibilità.*

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: [www.iss.it](http://www.iss.it).

Citare questo documento come segue:

Scattoni ML, Micai M, Gila L, Fulceri F, Caruso A (Ed.). *Teleriabilitazione nei disturbi del neurosviluppo in età evolutiva: evidenze e pratica clinica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2025. (Rapporti ISTISAN 25/12).

Legale rappresentante dell'Istituto Superiore di Sanità: *Rocco Bellantone*

Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 114 (cartaceo) e n. 115 (online) del 16 maggio 2014

Direttore responsabile della serie: *Antonio Mistretta*

Redazione: *Sandra Salinetti*

La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori, che dichiarano di non avere conflitti di interesse.



**ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ**

**Teleriabilitazione nei disturbi  
del neurosviluppo in età evolutiva:  
evidenze e pratica clinica**

A cura di  
Maria Luisa Scattoni, Martina Micai,  
Letizia Gila, Francesca Fulceri, Angela Caruso  
*Servizio di Coordinamento e Promozione della Ricerca*

ISSN: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

**Rapporti ISTISAN**  
**25/12**

*Dedicato alla memoria del Prof. Goffredo Scuccimarra  
esempio di professionalità, umanità e gentilezza.  
Persona, prima che medico, con il quale abbiamo avuto il privilegio  
di condividere questo viaggio e da cui abbiamo ricevuto in dono,  
prima ancora delle conoscenze, il valore dell'amore per la vita.*



# INDICE

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| <b>Presentazione .....</b> | <b>v</b> |
|----------------------------|----------|

## **Introduzione**

|                                                        |          |
|--------------------------------------------------------|----------|
| <i>Maria Luisa Scattoni, Donatella Tomaiuoli .....</i> | <b>1</b> |
|--------------------------------------------------------|----------|

## **Disabilità intellettiva: evidenze e pratiche di teleriabilitazione in età evolutiva**

|                                                                                                                                                                                                                        |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <i>Daniela Morelli, Maria Grazia Totino, Giulia Balboni, Carmen Belacchi, Alessandra Colucci, Chiara Fantini, Tiziana Metitieri, Margherita Orsolini, Alessandra Rampazzi, Ciro Ruggerini, Cristiana Stefani .....</i> | <b>7</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

## **Disturbi della comunicazione: evidenze e pratiche di teleriabilitazione in età evolutiva**

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Pierpaolo Busan, Manuela Calanca, Pier Giuseppe Carando, Ilaria Ceccarelli, Raffaella Citro, Anna Giulia De Cagno, Francesca Del Gado, Antonella Iannetta, Antonella Olivo, Lisa Scordino, Antonio Schindler, Goffredo Succimarra, Donatella Tomaiuoli.....</i> | <b>24</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## **Disturbo dello spettro autistico: evidenze e pratiche di teleriabilitazione in età evolutiva**

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Martina Micali, Angela Caruso, Francesca Fulceri, Letizia Gila, Francesco Campanella, Costanza Colombi, Federica Funari, Veronica Scordino, Carla Sogos, Christian Veronesi, Valeria Zili, Andrea Bonifacio, Giuseppe Maurizio Arduino, Maria Luisa Scattoni .....</i> | <b>46</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## **Disturbo da deficit di attenzione/iperattività: evidenze e pratiche di teleriabilitazione in età evolutiva**

|                                                                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Lidia Barbatì, Slavko Danzè, Antonella Gagliano, Giuliana Geusa, Giulia Marucci, Gian Marco Marzocchi, Angelo Rega, Carlotta Tornatore, Christian Veronesi .....</i> | <b>62</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## **Disturbi specifici di apprendimento: evidenze e pratiche di teleriabilitazione in età evolutiva**

|                                                                                                                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Cesare Cornoldi, Laura Bertolo, Stefania Cortese, Maria Luisa Lorusso, Enrica Mariani, Eleonora Pasqua, Chiara Pecini, Roberta Penge, Manuela Pieretti, Pierluigi Zoccolotti .....</i> | <b>81</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## **Disturbi neuroevolutivi del movimento e dei tic: evidenze e pratiche di teleriabilitazione in età evolutiva**

|                                                                                                                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Valentina Baglioni, Silvia Baldi, Michela Battisti, Barbara Caravale, Giulia Conte, Simona De Angelis, Maria Teresa Giannini, Roberta Penge, Stefania Zoia .....</i> | <b>101</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

## **Ipoacusie e sordità: evidenze e pratiche di teleriabilitazione in età evolutiva**

|                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Eva Orzan, Maria Cristina Caselli, Guido Conti, Letizia Giordano, Valerio Leonetti, Maria Chiara Marini, Matilde Maria Marulli, Gloria Parravicini, Francesco Pavani, Alessandra Resca, Pasquale Rinaldi, Elena Tomasuolo, Felicia Zagari .....</i> | <b>119</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|



## PRESENTAZIONE

L'obiettivo del presente documento è quello di revisionare i dati presenti in letteratura nazionale e internazionale circa l'*efficacia della teleriabilitazione in età evolutiva fino ai 18 anni con disturbi del neurosviluppo*. A tal fine, sono state identificate sette classi di disturbi (Disabilità Intellettive, Disturbi della comunicazione, Disturbo dello Spettro Autistico, Disturbo da Deficit di Attenzione Iperattività, Disturbi specifici dell'apprendimento, Disturbi del movimento e dei tic e Ipoacusie e Sordità). Per ognuna di queste condizioni è stata condotta una revisione sistematica della letteratura; i risultati sono stati poi condivisi e discussi alla luce dell'esperienza clinica del gruppo di esperti che ha preso parte ai lavori.

La letteratura nazionale e internazionale evidenzia la teleriabilitazione come uno strumento promettente per il trattamento dei disturbi del neurosviluppo in età evolutiva. La personalizzazione dell'intervento e l'analisi di diversi fattori nell'implementazione dell'intervento a distanza risultano cruciali per il successo dell'approccio. L'uso delle tecnologie teleriabilitative, può rappresentare una soluzione innovativa anche per potenziare le competenze genitoriali, con un potenziale impatto positivo sulla qualità di vita delle famiglie. La teleriabilitazione può rappresentare inoltre un valido strumento per colmare il gap di accesso al trattamento, particolarmente in contesti in cui le barriere geografiche rendono difficile per le famiglie raggiungere i servizi o in situazioni di restrizioni, come durante emergenze sanitarie o pandemiche.

I dati presentati in questi studi devono essere interpretati tenendo conto della limitata disponibilità di studi clinici randomizzati controllati e della presenza di campioni di dimensioni ridotte ed eterogenei, sia per età che per profilo di funzionamento dei partecipanti. Resta necessario condurre ulteriori ricerche utilizzando metodi sperimentali rigorosi che prevedano il confronto tra la terapia tradizionale e la teleriabilitazione, l'impiego di campioni più ampi e controllati, le analisi per sottogruppo e lo studio degli ostacoli all'implementazione.

Questo *Rapporto ISTISAN* si configura come una sintesi aggiornata delle evidenze di letteratura integrata dalle riflessioni e discussioni di professionisti esperti nel campo dei disturbi del neurosviluppo.

Attraverso un'analisi accurata degli studi più recenti, il rapporto offre un quadro completo delle pratiche attuali, delle sfide, dei successi e delle potenzialità di queste tecnologie. Ciò consente ai professionisti di avere accesso a informazioni basate su dati concreti e di prendere decisioni cliniche più informate. Inoltre, può essere un valido spunto e supporto per l'implementazione di nuove metodologie terapeutiche, aiutando i professionisti a comprendere meglio le implicazioni pratiche e i benefici a lungo termine di queste tecniche, nonché a superare eventuali ostacoli nell'applicazione della teleriabilitazione.

*I curatori*



## INTRODUZIONE

Maria Luisa Scattoni (a), Donatella Tomaiuoli (b, c, d)

(a) Servizio di Coordinamento e Supporto alla Ricerca, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”, Roma

(c) CRC-Centro Ricerca e Cura, Roma

(d) Facoltà di Medicina e Chirurgia, Policlinico Umberto I, Sapienza, Università di Roma

Secondo il Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th edition Text Revision*, DSM-5-TR) (APA, 2022), i disturbi del neurosviluppo sono un gruppo di condizioni a esordio precoce, caratterizzate da vari deficit che compromettono il funzionamento personale, accademico, sociale o lavorativo. Negli ultimi anni, i disturbi del neurosviluppo sono diventati una delle diagnosi più comuni nella popolazione pediatrica (Trauner, 2019; Leeb *et al.*, 2024). Tra questi, i disturbi più frequentemente diagnosticati sono: i disturbi specifici dell'apprendimento, con una prevalenza di circa l'8,8% (Li *et al.*, 2023); i disturbi del linguaggio evolutivo (7%) (Norbury *et al.*, 2016); il disturbo dello spettro autistico (3,22%) (Shaw *et al.*, 2025), in Italia 1,54% (Scattoni *et al.*, 2023); e il disturbo da deficit di attenzione/iperattività (*Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder*, ADHD) (3,7%) (Barican *et al.*, 2022), in Italia 2,9% (Reale & Bonati, 2018). Gli interventi per i disturbi del neurosviluppo spesso si protraggono per diversi anni, generando costi significativi sia per i servizi clinici sia per i *caregiver*. In questo contesto, l'utilizzo della telemedicina rappresenta un'opportunità per ridurre le barriere economiche e facilitare l'accesso alle cure nelle località più remote (Galea *et al.*, 2019; Micai *et al.*, 2024). Il crescente interesse della comunità scientifica, dei professionisti e dei decisori politici per l'impiego della telemedicina nel campo dei disturbi del neurosviluppo è orientato non solo alla verifica dell'efficacia ma anche alla individuazione delle più opportune modalità di implementazione.

La telemedicina è definita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (*World Health Organization*, WHO) come l'erogazione di servizi di assistenza sanitaria in cui la distanza è un fattore critico, da parte di tutti i professionisti della salute che utilizzano le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, per lo scambio di informazioni per la diagnosi, il trattamento e la prevenzione di malattie e lesioni, nell'interesse del miglioramento della salute degli individui e delle loro comunità (WHO, 2022).

Le linee di indirizzo del Ministero della Salute in materia di telemedicina del 2022, la definiscono come:

“una modalità di erogazione di servizi di assistenza sanitaria, tramite il ricorso a tecnologie innovative, in particolare alle *Information and Communication Technologies* (ICT), in situazioni in cui il professionista della salute e il paziente (o due professionisti) non si trovano nella stessa località [...] I servizi di Telemedicina vanno assimilati a qualunque servizio sanitario diagnostico/ terapeutico. Tuttavia, la prestazione in Telemedicina non sostituisce la prestazione sanitaria tradizionale nel rapporto personale medico-paziente, ma la integra per potenzialmente migliorare efficacia, efficienza e appropriatezza. La Telemedicina deve altresì ottemperare a tutti i diritti e obblighi propri di qualsiasi atto sanitario” (Ministero della Salute, 2014).

Durante gli anni della pandemia SARS-CoV-2 la telemedicina ha svolto un ruolo fondamentale nel garantire l'accesso alle risorse sanitarie per gli utenti (Ganjali *et al.*, 2022). Secondo un'indagine internazionale, che ha coinvolto 1133 terapisti provenienti da 76 paesi,

intervistati nel 2019 e poi nel 2020, la teleriabilitazione è stata massivamente utilizzata, aumentando progressivamente nel periodo pandemico, arrivando ad essere presente nel contesto lavorativo del 70% degli intervistati (Camden & Silva, 2021). Ad oggi, essa rappresenta una risorsa strategica da esplorare e implementare per migliorare l'offerta di cura.

La teleriabilitazione rappresenta, infatti, una branca della telemedicina, ed è volta a fornire servizi di riabilitazione, utilizzando le tecnologie di telecomunicazione (Peretti *et al.*, 2017). Il suo scopo è quello di fornire assistenza medico-riabilitativa e migliorare la comunicazione tra operatori e utenti, facilitando l'accesso ai servizi in caso di barriere come la distanza geografica, il tempo o i costi (McCue *et al.*, 2010). La teleriabilitazione può essere utilizzata dai professionisti socio-sanitari per la valutazione, il monitoraggio, la prevenzione, l'intervento, la supervisione, la formazione e la consulenza (Brennan *et al.*, 2010). Una recente revisione della letteratura nel contesto italiano ha evidenziato come la teleriabilitazione, in particolare quella motoria e cognitiva, rappresenti uno strumento promettente, sia in termini di avvicinamento degli utenti ai servizi, sia potenzialmente in termini di contenimento dei costi (Maresca *et al.*, 2020). Questo appare particolarmente rilevante per le zone rurali (Kruse *et al.*, 2018; Bradford *et al.*, 2016). In età evolutiva, la teleriabilitazione può rappresentare un valido strumento per favorire l'acquisizione di abilità nei genitori (Chi & Demir, 2015) e il loro *empowerment* oltre che la collaborazione tra operatori nell'ambito della logopedia, fisioterapia, neuropsicologia e delle terapie occupazionali (Hsu *et al.*, 2021). Sebbene nel campo della disabilità in età evolutiva (Camden *et al.*, 2020) vengano riportate misure di efficacia paragonabili a quelli della terapia in presenza e superiori rispetto all'assenza di trattamento (Ogourtsova *et al.*, 2023; Del Lucchese *et al.*, 2024), diversi contributi suggeriscono che il ruolo della teleriabilitazione sia di carattere integrativo piuttosto che sostitutivo della terapia in presenza (Hsu *et al.*, 2021).

Le sessioni di teleriabilitazione possono adottare diversi modelli, variando in complessità a seconda degli strumenti utilizzati e degli obiettivi da raggiungere. Secondo la classificazione degli strumenti di teleriabilitazione in età evolutiva sulla base del livello di complessità dello strumento di Camden e Silva (2021), si distinguono strategie di telemedicina di basso, medio e alto livello. Le strategie di *basso livello* comprendono telefonate, e-mail, messaggistica, informazioni online, piattaforme commerciali e web forum e sono dedicate ad attività di informazione, consultazione, follow-up, discussione e screening. Le strategie di *medio livello* comprendono App, programmi online, videoconferenza, piattaforma commerciali (es. *Wii-Fit*) e sono utilizzabili in attività di discussione e *coaching*, osservazione clinica, monitoraggio e screening. Infine, le strategie di telemedicina di *alto livello* sono composte da programmi specializzati di trattamento (es. *serious games*), realtà virtuale a distanza, sensori e strumenti indossabili, volte ad effettuare attività di riabilitazione specializzata, raccolta dati e valutazione.

Le sessioni di teleriabilitazione possono essere classificate anche in base alla modalità di erogazione, che può variare nelle tempistiche. Nella *modalità sincrona*, professionisti e utenti/*caregiver* interagiscono in tempo reale tramite strumenti di telecomunicazione, oppure i professionisti si confrontano direttamente per discutere il piano di trattamento individualizzato o partecipare a sessioni formative. Nella *modalità asincrona*, l'interazione avviene in differita attraverso video-feedback, e-mail o messaggistica, consentendo l'assegnazione di attività domestiche, il monitoraggio del percorso terapeutico o lo scambio di informazioni cliniche tra professionisti, come la discussione della diagnosi o del piano di trattamento.

Le modalità descritte possono essere *integrate*, combinando sessioni in presenza e di teleriabilitazione per ottimizzare il raggiungimento degli obiettivi terapeutici.

Numerosi studi hanno analizzato le barriere e i fattori facilitanti all'implementazione dei programmi riabilitativi in telemedicina, con un focus specifico sulla teleriabilitazione. I fattori che facilitano l'uso della teleriabilitazione riguardano diversi aspetti, tra cui il contesto di erogazione dei trattamenti, le caratteristiche degli operatori e quelle degli utenti/famiglie. Un

ambiente favorevole all'adozione della teleriabilitazione si distingue per un adeguato supporto organizzativo, gestionale e amministrativo, oltre alla disponibilità di spazi attrezzati, software efficienti e una connessione internet stabile (Ross *et al.*, 2023). La familiarità con il sistema, la facilità d'uso, le competenze comunicative e la collaborazione con altri professionisti rappresentano i principali facilitatori per gli operatori (Nizeyimana *et al.*, 2022). Per utenti e famiglie, i fattori facilitanti includono la familiarità con il sistema, la semplicità d'uso, il risparmio di tempo e costi di trasporto, l'accessibilità, la convenienza economica, la motivazione e l'impegno, oltre al supporto ricevuto da familiari e operatori (Nizeyimana *et al.*, 2022). Inoltre, aspetti personali come il livello cognitivo e la dimensione emotivo-comportamentale influenzano l'aderenza al trattamento (Matamala-Gomez *et al.*, 2020). In età evolutiva, il contributo dei genitori è cruciale per l'efficacia del trattamento. Sono infatti responsabili di garantire la partecipazione del bambino alle sessioni, motivarlo a completare l'intervento e fornire informazioni ai terapeuti (Del Lucchese *et al.*, 2024).

Gli aspetti tecnici, come la disponibilità di dispositivi informatici adeguati e una connessione internet stabile, costituiscono invece una delle principali barriere all'uso della telemedicina e della teleriabilitazione (Franco *et al.*, 2024; Wakode & Gawankar, 2023), così come la scarsità di supporto tecnico e le preoccupazioni riguardo alla sicurezza nella trasmissione dei dati (Tabaeeian *et al.*, 2024; Kruse *et al.*, 2020). Inoltre, anche gli aspetti economici possono rappresentare un ostacolo significativo, poiché la necessità di dispositivi aggiornati e una connessione internet adeguata comportano costi elevati, in particolare nelle aree rurali (Kruse *et al.*, 2020; Zachrisson *et al.*, 2020). Sono stati identificati anche aspetti legati all'accettazione della telemedicina e della teleriabilitazione, sia da parte degli utenti che degli operatori. La trasformazione delle prestazioni sanitarie in modalità telematica può infatti essere percepita dai fruitori e dagli attuatori con scarsa fiducia. In particolare, è stata osservata resistenza al cambiamento, preoccupazioni circa la confidenzialità, preferenza per gli incontri di persona (Almathami *et al.*, 2020). Il rispetto della privacy rappresenta, inoltre, una preoccupazione diffusa, sia tra operatori che tra utenti (Ullah *et al.*, 2021; Jansen-Kosterink *et al.*, 2019). La limitata formazione degli operatori, sia per quanto riguarda l'esposizione alla telemedicina che le competenze tecniche, rappresenta un aspetto critico da considerare (Tabaeeian *et al.*, 2024; Almathami *et al.*, 2020), così come la scarsità di evidenze scientifiche relative all'efficacia della telemedicina (Wentink *et al.*, 2019). Per quanto riguarda gli utenti, emergono aspetti strettamente legati al loro profilo di funzionamento. In particolare, le barriere all'implementazione delle sedute di telemedicina e teleriabilitazione possono essere legate a vari fattori specifici e possono influenzare in modo significativo l'efficacia dell'intervento da remoto, come il profilo cognitivo, emotivo-comportamentale, l'età, il livello di istruzione, la capacità di attenzione, le preferenze sul tipo di trattamento, la motivazione, le competenze neuropsicologiche, la disponibilità di uno spazio adeguato in casa, le capacità informatiche e la necessità di supporto familiare (Jansen-Kosterink *et al.*, 2019; Kruse *et al.*, 2020; Reinhardt *et al.*, 2021; Wakode & Gawankar, 2023). Inoltre, la disponibilità e l'impegno della famiglia, in particolare dei genitori, a supportare il processo riabilitativo, e la qualità dell'interazione tra genitori e terapeuti, sono fattori determinanti per il successo dell'intervento (Kwok *et al.*, 2022).

Prima di proporre un intervento a distanza, è opportuno prendere in considerazione le possibili barriere e i possibili fattori facilitanti al fine di trovare strategie di miglioramento del sistema.

## Bibliografia

Almathami H, Win K, Vlahu-Gjorgievska E. Barriers and facilitators that influence telemedicine-based, real-time, online consultation at patients' homes: systematic literature review. *Journal of Medical Internet Research*. 2020;22(2):e16407

- APA (American Psychiatric Association). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th ed., Text Revision*. Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2022.
- Barican JL, Yung D, Schwartz C, Zheng Y, Georgiades K, Waddell C. Prevalence of childhood mental disorders in high-income countries: a systematic review and meta-analysis to inform policymaking. *Evid Based Mental Health*. 2022;25(1):36-44.
- Bradford NK, Caffery LJ, Smith AC. Telehealth services in rural and remote Australia: a systematic review of models of care and factors influencing success and sustainability. *Rural Remote Health*. 2016;16(4):245.
- Brennan D, Tindall L, Theodoros D, Brown J, Campbell M, Christiana D, Smith D, Cason J, Lee A. A blueprint for telerehabilitation guidelines. *International Journal of Telerehabilitation*. 2010;2(2):31-4.
- Camden C, Mindy S. Pediatric telehealth: opportunities created by the COVID-19 and suggestions to sustain its use to support families of children with disabilities. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*. 2021;41(1):1-17.
- Camden C, Pratte G, Fallon F, Couture M, Berbari J, Tousignant M. Diversity of practices in telerehabilitation for children with disabilities and effective intervention characteristics: results from a systematic review. *Disability and Rehabilitation*. 2020;42(24):3424-3436.
- Chi NC, Demiris G. A systematic review of telehealth tools and interventions to support family caregivers. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2015;21(1),37-44.
- Del Lucchese B, Parravicini S, Filogna S, Mangani G, Beani E, Di Lieto MC, Bardoni A, Bertamino M, Papini M, Tacchino C, Fedeli F, Cioni G, Sgandurra G; Italian Neuroscience and Neurorehabilitation Network. The wide world of technological telerehabilitation for pediatric neurologic and neurodevelopmental disorders - a systematic review. *Frontiers in Public Health*. 2024;17(12):1295273.
- Franco J, Maximino L, Secchi L, Antonelli B, Blasca W. What are the barriers to telerehabilitation in the treatment of musculoskeletal diseases? *Portuguese Journal of Public Health*. 2024;42(1):33-42.
- Galea MD. Telemedicine in rehabilitation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2019;30(2):473-83.
- Ganjali R, Jajroudi M, Kheirdoust A, Darroudi A, Alnattah A. Telemedicine solutions for clinical care delivery during COVID-19 pandemic: A scoping review. *Frontiers in Public Health*. 2022;10:937207.
- Global Burden of Disease Study 2021 Autism Spectrum Collaborators. The global epidemiology and health burden of the autism spectrum: findings from the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Psychiatry*. 2025 Feb;12(2):111-121. doi: 10.1016/S2215-0366(24)00363-8.
- Hsu N, Monasterio E, Rolin O. Telehealth in pediatric rehabilitation. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2021 May;32(2):307-317. doi: 10.1016/j.pmr.2020.12.010.
- Jansen-Kosterink S, Dekker-van Weering M, van Velsen L. Patient acceptance of a telemedicine service for rehabilitation care: A focus group study. *International Journal of Medical Informatics*. 2019;125:22-29.
- Kruse CS, Karem P, Shifflett K, Vegi L, Ravi K, Brooks M. Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2018;24(1):4-12.
- Kruse CS, Williams K, Bohls J, Shamsi W. Telemedicine and health policy: A systematic review. *Health Policy and Technology*. 2020;10(1):209-229.
- Kwok EYL, Pozniak K, Cunningham BJ, Rosenbaum P. Factors influencing the success of telepractice during the COVID-19 pandemic and preferences for post-pandemic services: An interview study with clinicians and parents. *International Journal of Language and Communication Disorders*. 2022;57(6):1354-1367.
- Leeb RT, Danielson ML, Claussen AH, Robinson LR, Lebrun-Harris LA, Ghandour R, et al. Trends in mental, behavioral, and developmental disorders among children and adolescents in the US, 2016–2021. *Prev Chronic Dis*. 2024;21:240142.

- Li Y, Li Q, Zheng J, Zeng X, Shen T, Chen Q, Yang W. Prevalence and trends in diagnosed learning disability among US children and adolescents from 1997 to 2021. *JAMA Pediatrics*. 2023 Sep 1;177(9):969-972. Erratum in: *JAMA Pediatrics*. 2023;177(9):969-972.
- Maresca G, Maggio MG, De Luca R, Manuli A, Tonin P, Pignolo L, Calabrò RS. Tele-neuro-rehabilitation in Italy: state of the art and future perspectives. *Frontiers in Neurology*. 2020;11:563375.
- Matamala-Gomez M, Maisto M, Montana JI, Mavrodiev PA, Baglio F, Rossetto F, Mantovani F, Riva G, Realdon O. The role of engagement in teleneurorehabilitation: a systematic review. *Frontiers in Neurology*. 2020;11:354.
- McCue M, Fairman A, Pramuka M. Enhancing quality of life through telerehabilitation. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2010 Feb;21(1):195-205. doi: 10.1016/j.pmr.2009.07.005.
- Micai M, Caruso A, Gila L, Campanella F, Colombi C, Funari F, Scordino V, Sogos C, Veronesi C, Zili V, Fulceri F, Scattoni ML. Effectiveness, implementation *settings*, and research priorities of telemedicine-delivered interventions for children and adolescents with autism spectrum disorder: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2024;166:105875.
- Ministero della Salute. *Telemedicina. Linee di indirizzo nazionali*. Roma: Ministero della Salute; 2014. Disponibile all'indirizzo: [https://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pubblicazioni\\_2129\\_allegato.pdf](https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2129_allegato.pdf); ultima consultazione 19/6/25.
- Nizeyimana E, Joseph C, Plastow N, Dawood G, Louw Q. A scoping review of feasibility, cost, access to rehabilitation services and implementation of telerehabilitation: Implications for low- and middle-income countries. *Digital Health*. 2022;8:20552076221131670.
- Norbury CF, Gooch D, Baird G, Charman T, Simonoff E, Pickles A. Younger children experience lower levels of language competence and academic progress in the first year of school: evidence from a population study. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2016;57(1):65-73.
- Ogourtsova T, Boychuck Z, O'Donnell M, Ahmed S, Osman G, Majnemer A. Telerehabilitation for children and youth with developmental disabilities and their families: a systematic review. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*. 2023;43(2):129-175.
- Peretti A, Amenta F, Tayebati SK, Nittari G, Mahdi SS. Telerehabilitation: Review of the state-of-the-art and areas of application. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*. 2017 Jul 21;4(2):e7.
- Reale L, Bonati M. ADHD prevalence estimates in Italian children and adolescents: a methodological issue. *Italian Journal of Pediatrics*. 2018;5;44(1):108.
- Reinhardt G, Schwarz P, Harst L. Non-use of telemedicine: A scoping review. *Health Informatics Journal*. 2021;27(4):14604582211043147.
- Ross MH, Nelson M, Parravicini V, Weight M, Tyrrell R, Hartley N, Russell T. Staff perspectives on the key elements to successful rapid uptake of telerehabilitation in medium-sized public hospital physiotherapy departments. *Physiotherapy Research International*. 2023;28(3):e1991.
- Scattoni ML, Fatta LM, Micai M, Sali ME, Bellomo M, Salvitti T, *et al*. Autism spectrum disorder prevalence in Italy: a nationwide study promoted by the Ministry of Health. *Child and adolescent psychiatry and mental health*. 2023;17(1):125.
- Shaw KA, Williams S, Patrick ME, Lee L-CA, Christensen DL, Hart LG, *et al*. Prevalence and early identification of autism spectrum disorder among children aged 4 and 8 years — Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 16 sites, United States, 2022. *MMWR Surveill Summ*. 2025;74(SS-2):1–22.
- Tabaeeian R, Hajrahimi B, Khoshfetrat A. A systematic review of telemedicine systems use barriers: primary health care providers' perspective. *Journal of Science and Technology Policy Management*. 2024;15(3):610-35.
- Trauner DA. Neurodevelopmental disabilities. *Current Opinion in Neurology*. 2019;32(4):610.

- Ullah S, Maghazil AM, Qureshi AZ, Tantawy S, Moukais IS, Aldajani AA. Knowledge and Attitudes of rehabilitation professional toward telerehabilitation in Saudi Arabia: a cross-sectional survey. *Telemedicine Journal and E-health*. 2021;27(5):587-1.
- Wakode P, Gawankar F. Facilitators and barriers for telerehabilitation in children and adolescents with and without impairment - a scoping review. *International Journal of Health Sciences and Research*. 2023;13(11):148-155
- Wentink MM, Siemonsma PC, van Bodegom-Vos L, *et al*. Teachers' and students' perceptions on barriers and facilitators for eHealth education in the curriculum of functional exercise and physical therapy: a focus groups study. *BMC Medical Education*. 2019;19:343.
- WHO. *Consolidated telemedicine implementation guide*. Geneva: World Health Organization; 2022. Disponibile all'indirizzo: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/364221/9789240059184-eng.pdf?sequence=1>; ultima consultazione 19/6/25.
- Zachrisson K, Boggs K, Hayden E, Espinola J, Camargo C. Understanding barriers to telemedicine implementation in rural Emergency Departments. *Annals of Emergency Medicine*. 2020;75(3):392-399.

# DISABILITÀ INTELLETTIVA: EVIDENZE E PRATICHE DI TELERIABILITAZIONE IN ETÀ EVOLUTIVA

Daniela Morelli (a), Maria Grazia Totino (b), Giulia Balboni (c), Carmen Belacchi (d),  
Alessandra Colucci (e), Chiara Fantini (a), Tiziana Metitieri (f), Margherita Orsolini (g),  
Alessandra Rampazzi (a), Ciro Ruggerini (h), Cristiana Stefani (a)

(a) *Fondazione Santa Lucia IRCCS, Roma*

(b) *CRC - Centro Ricerca e Cura, Roma*

(c) *Dipartimento di Psicologia "Renzo Canestrari", Alma Mater Studiorum Università di Bologna*

(d) *Dipartimento di Scienze della Comunicazione, Studi Umanistici e Internazionali, Università di Urbino  
Carlo Bo, Urbino*

(e) *Azienda Sanitaria Locale di Bari*

(f) *AOU Meyer IRCCS, Firenze*

(g) *Dipartimento di Psicologia dei Processi di Sviluppo e Socializzazione, Sapienza Università di Roma*

(h) *Cooperativa Sociale Progetto Crescere, Reggio Emilia*

## Introduzione

La Disabilità Intellettiva (DI) è una condizione caratterizzata da deficit delle funzioni intellettive e deficit del funzionamento adattivo, con esordio nel periodo dello sviluppo. Le persone con DI possono avere difficoltà nel ragionamento, nella risoluzione di problemi, nella pianificazione, nell'apprendimento scolastico e nella comprensione dei concetti astratti (Salvador-Carulla *et al.*, 2011). Queste difficoltà cognitive si accompagnano a compromissioni nel comportamento adattivo, che riguarda le competenze concettuali, sociali e pratiche necessarie per gestire la vita quotidiana (Tassé *et al.*, 2012; Totsika *et al.*, 2022). La prevalenza globale della DI varia significativamente in base ai criteri diagnostici utilizzati e ai contesti socio-culturali. Tra i 5 e i 9 anni, è stata stimata una prevalenza del 2,04% (1,29-2,80) (Kieling *et al.*, 2024). Le cause della DI sono molteplici e includono fattori genetici, complicazioni durante la gravidanza, eventi traumatici prenatali o postnatali e fattori ambientali (Leonard *et al.*, 2022). Tra le cause genetiche più comuni vengono riportate la sindrome di Down, la sindrome dell'X fragile e altre alterazioni cromosomiche o mutazioni genetiche. Tuttavia, in un significativo numero di casi, l'eziologia della condizione rimane non identificata.

Rimangono numerose sfide nella diagnosi precoce, nell'intervento e nel supporto a lungo termine per le persone con diagnosi di DI. È ormai ampiamente riconosciuto che un approccio multidisciplinare, che integri neurologia, psicologia, pedagogia e assistenza sociale, è fondamentale per migliorare la qualità della vita degli individui con DI e facilitare la loro inclusione sociale. Sebbene la ricerca in questo campo sia ancora in evoluzione, la ricerca scientifica sulla teleriabilitazione per persone con DI sta progressivamente crescendo con lo scopo di produrre evidenze utili a migliorare l'accesso ai servizi riabilitativi e ridurre le barriere geografiche e logistiche.

Le piattaforme di teleriabilitazione sono utilizzate per offrire programmi educativi a distanza, volti a sviluppare competenze scolastiche e pratiche nelle persone con DI. La qualità dell'intervento è fortemente legata all'adattamento dei contenuti alle esigenze individuali e al livello di supervisione da parte di genitori o insegnanti. Le tecnologie assistive, inclusi tablet, applicazioni specifiche e software di Comunicazione Aumentativa e Alternativa (CAA), possono essere integrate nelle piattaforme di teleriabilitazione per supportare le persone con DI. Questi

strumenti sono utilizzati per facilitare l'apprendimento e l'autonomia personale. La teleriabilitazione fornisce inoltre agli specialisti l'opportunità di monitorare l'uso di queste tecnologie a distanza e di fornire supporto tecnico in tempo reale.

La presente revisione sistematica della letteratura internazionale e nazionale mira ad indagare l'efficacia degli interventi svolti per via telematica in soggetti in età evolutiva con diagnosi di DI.

## Materiali e metodi

### Strategia di ricerca degli studi

La strategia di ricerca è stata sviluppata utilizzando i termini MeSH (*Medical Subject Headings*) e adattata per MEDLINE (PubMed) e Web of Science ed è stata lanciata in data 24/04/2024. Non sono stati applicati limiti temporali o di lingua.

La strategia di ricerca utilizzata per PubMed ha compreso i seguenti termini:

("Intellectual Disability"[MeSH] OR "intellectual impairment\*" OR "intellectual disability\*" OR "intellectual dysfunction\*" OR "Developmental Disability"[MeSH] OR "developmental disability\*" OR "intellectual developmental disorder" OR "intellectual developmental disorder\*" OR "mental deficiency\*" OR "mental\* retard\*" OR "mental\* handicap\*" OR "mental\* disab\*" OR "mental insufficiency" OR "mental\* impair\*" OR "mental\* subnormality" OR "Learning Disability"[MeSH] OR "learning disability\*" OR "developmental\* delay\*" OR "developmental\* disab\*" OR "intellect\* challeng\*" OR "intellect\* disab\*" OR "down\* syndrome" OR "Rett syndrome" OR "Prader-Willy syndrome" OR "X-frangible syndrome") AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Telerehabilitation"[MeSH] OR "Telemedicine"[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR "Tele-rehabilitation" OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR "technology"[MeSH] OR "Videoconferencing"[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR "software"[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR "m-health" OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR "robotics"[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR "web-based" OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleinterventio OR "Tele-intervention\*" OR "Tele-education" OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR "web-deliver\*" OR "web conferenc\*" OR Skype\* OR iChat\*)

Per Web of Science ha compreso i seguenti termini:

("Intellectual Disability" OR "intellectual impairment\*" OR "intellectual disability\*" OR "intellectual dysfunction\*" OR "Developmental Disability" OR "developmental disability\*" OR "intellectual developmental disorder" OR "intellectual developmental disorder\*" OR "mental deficiency\*" OR "mental\* retard\*" OR "mental\* handicap\*" OR "mental\* disab\*" OR "mental insufficiency" OR "mental\* impair\*" OR "mental\* subnormality" OR "Learning Disability" OR "learning disability\*" OR "developmental\* delay\*" OR "developmental\* disab\*" OR "intellect\* challeng\*" OR "intellect\* disab\*" OR "down\* syndrome" OR "Rett syndrome" OR "Prader-Willy syndrome" OR "X-frangible syndrome") AND (Child OR Adolescent) AND (Telerehabilitation OR Telemedicine OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote

consultation” OR Telepatholog\* OR “Mobile Applications” OR eHealth OR technology OR Videoconferencing OR videoconf\* OR “augmented reality” OR “interactive multimedia” OR “interactive software” OR “digital media” OR software OR “interactive technolog\*” OR “mHealth technolog\*” OR mHealth OR m-health OR “mobile tech\*” OR “Video Games” OR “real-time monitoring device” OR “Virtual Reality” OR robotics OR Internet OR telephone OR “mobile health” OR web-based OR “online services” OR Online OR “Remote Consultation\*” OR “Patient portal\*” OR “Computer-Assisted Instruction” OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR “web portal\*” OR web-deliver\* OR “web conferenc\*” OR Skype\* OR iChat\* )

Sono state inoltre implementate strategie di *hand-search* allo scopo di individuare eventuali pubblicazioni di interesse, non intercettate interrogando i database elettronici. In particolare, le revisioni sistematiche sono state utilizzate per reperire ulteriori studi, oltre a quelli intercettati tramite la ricerca sistematica.

## Processo di selezione degli studi

Dopo la ricerca bibliografica, tutte le citazioni identificate sono state caricate nell'applicazione web di revisione sistematica Rayyan messa a punto dal Qatar Computing Research Institute (QCRI) (Ouzzani *et al.* 2016) e i duplicati sono stati rimossi. I titoli e gli abstract di 3984 studi sono stati vagliati da due o più revisori indipendenti e, a seguito della rimozione di 368 duplicati, sono stati esclusi 3.291 studi.

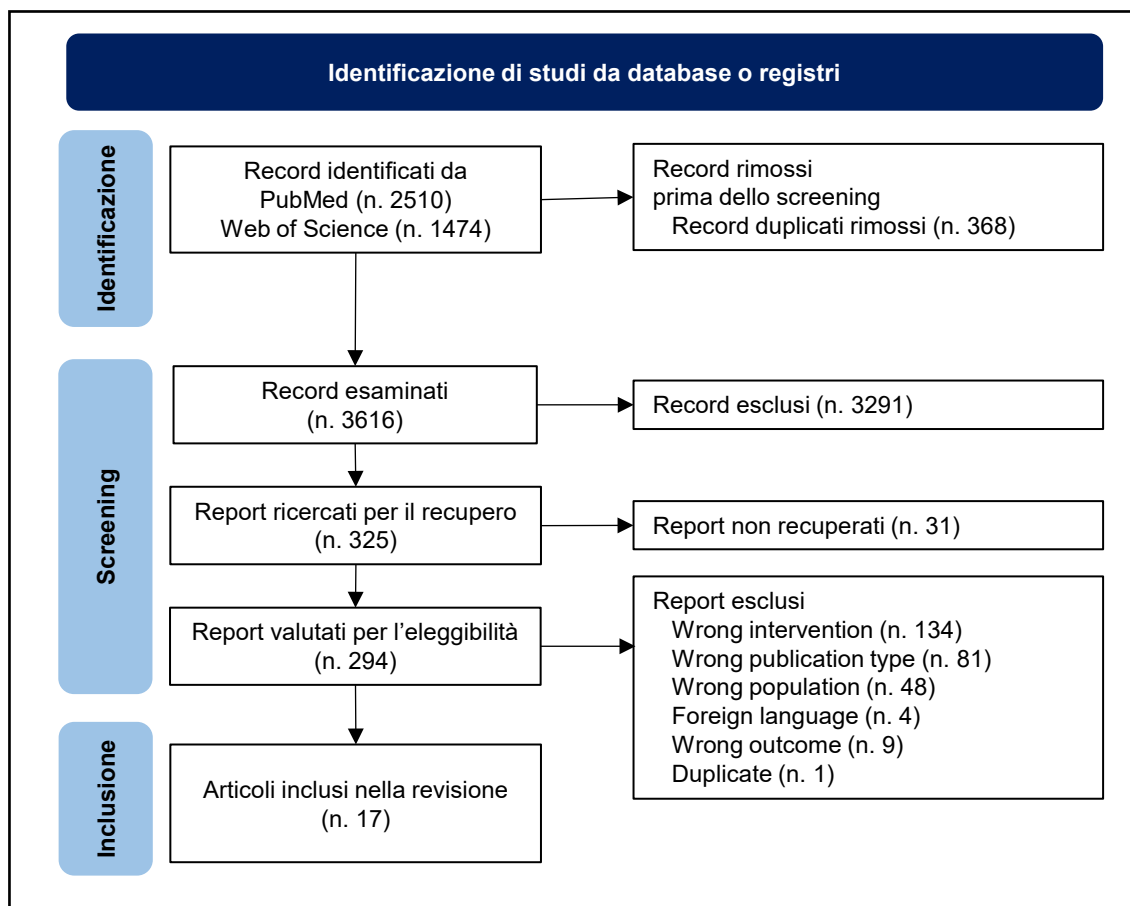
Per 31 studi non è stato possibile reperire il testo completo, anche dopo aver contattato gli autori e autrici dei lavori.

Il testo completo di 294 studi è stato valutato rispetto ai criteri di inclusione ed esclusione da due o più revisori indipendenti. Di questi 294 studi valutati per testo completo, 277 studi sono stati esclusi. 134 studi sono stati esclusi perché non valutavano la teleriabilitazione come intervento (*wrong intervention*), 81 studi poiché case report, commenti, editoriali, evidenze qualitative o revisioni sistematiche (*wrong publication type*), 48 studi poiché non includevano soggetti in età evolutiva con DI (*wrong population*), 4 studi in quanto scritti in lingua diversa dall'inglese (*foreign language*), 9 studi poiché non riportavano misure di efficacia (*wrong outcome*), e uno studio perché duplicato (*duplicate*).

La ricerca sistematica ha prodotto l'inclusione di 17 studi (Bagner *et al.*, 2023; Bompard *et al.*, 2023; Curtin *et al.*, 2024; Dimitropoulos *et al.*, 2021; Dimitropoulos *et al.*, 2022; Grenier-Martin *et al.*, 2022; Hall *et al.*, 2020; Hall *et al.*, 2022; Hronis *et al.*, 2019; Kiewik *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2017; McDuffie *et al.*, 2018; Murphy *et al.*, 2023; Nelson *et al.*, 2018; Verberg *et al.*, 2022a; Verberg *et al.*, 2022b; Zyga *et al.*, 2018).

Nella Figura 1 è riportato il diagramma di flusso PRISMA 2020 del processo di selezione degli studi (Page *et al.*, 2021).

Tramite *hand search* sono stati inclusi 5 studi che rispettavano i criteri di inclusione della presente revisione sistematica (Hessl *et al.*, 2019; Kirk *et al.*, 2016; Kirk *et al.*, 2017; Pulina *et al.*, 2015; Soderqvist *et al.*, 2012).



**Figura 1. Disabilità intellettiva: flowchart del processo di selezione degli studi, dalla creazione dei database ad aprile 2024**

## Risultati

Gli studi inclusi nella revisione sistematica sono stati per la maggior parte condotti in paesi occidentali, in particolare 10 studi sono stati condotti negli Stati Uniti, 6 in Europa (due in Italia, tre nei Paesi Bassi e uno in Svezia), 4 in Australia, uno in Canada e uno in Cina.

### Linguaggio, comunicazione, gioco e lettura

Sei studi inclusi hanno indagato la teleriabilitazione nell'ambito del linguaggio, comunicazione, gioco e lettura. Uno studio di McDuffie *et al.* (2018) indagava l'efficacia di un intervento sullo sviluppo del linguaggio narrativo mediante un lavoro di *coaching* sulla responsività materna in un gruppo di 20 bambini con X Fragile dai 10 ai 17 anni. Gli autori e autrici, basandosi su interazioni genitore/bambino/a focalizzate sulla condivisione di un libro figurato, hanno insegnato alle madri ad utilizzare le seguenti strategie: fare commenti correlati alle espressioni del bambino/a rispetto alla storia, fare domande aperte (*Chi? Quando? Dove?*),

usare frasi da completare come supporto, espandendone le risposte. L'intervento, sviluppato in 12 settimane, prevedeva un'iniziale sessione di supporto svolta da un analista comportamentale e una successiva sessione di *parent training* sulle tecniche, dopo di che, ogni settimana, prima si effettuava una terapia sincrona, in cui i clinici fornivano feedback immediati, poi venivano inviati dei video che sarebbero stati esaminati in sedute di videofeedback, infine vi era una sessione osservativa dell'interazione. L'intero intervento era erogato a distanza. L'analisi delle registrazioni delle interazioni delle bambine, dei bambini e degli/le adolescenti con le madri (a casa e in clinica) e, successivamente, con un esaminatore neutrale, hanno rilevato un apprendimento delle strategie da parte delle madri coinvolte, così come un maggiore coinvolgimento nell'interazione e uno sviluppo delle competenze lessicali dei/le partecipanti, mentre non ci sono stati risultati significativi rispetto allo sviluppo delle competenze grammaticali e sulla generalizzazione del coinvolgimento del bambino nelle sedute di *storytelling* con l'esaminatore. Lo studio presenta alcune limitazioni, tra cui il fatto che l'intensità dell'intervento non sia stata omogenea tra le diadi, che non sia stata misurata la fedeltà di implementazione e che sia mancato un follow-up. Uno studio di Nelson *et al.* (2018) fornisce prove preliminari che la partecipazione ad un intervento linguistico implementato dai genitori a distanza, situato nel contesto della narrazione condivisa, può portare ad un aumento dell'uso del linguaggio inferenziale da parte di 19 soggetti dai 10 ai 17 anni con X Fragile. Le diadi madre-bambino/a sono state assegnate in modo casuale ad un gruppo di intervento o ad un gruppo di confronto. I materiali utilizzati sono stati circa 30 libri illustrati per bambini, che sono stati modificati per rimuovere il testo di accompagnamento in ogni pagina. Per ogni libro sono state create delle sceneggiature scritte per le madri che riassumevano gli eventi salienti della storia; le sceneggiature includevano anche esempi di domande che potevano essere poste ai partecipanti. I partecipanti al gruppo di trattamento hanno dimostrato un marcato aumento del loro uso del linguaggio inferenziale sollecitato, ma non spontaneo, durante le sessioni post-intervento. Questo studio fornisce un supporto iniziale circa l'utilità di un intervento linguistico implementato dai genitori per aumentare l'uso del linguaggio inferenziale da parte dei ragazzi in età scolare con X Fragile, ma suggerisce anche la necessità di un trattamento aggiuntivo per incoraggiarne l'uso spontaneo (Nelson *et al.*, 2018).

L'obiettivo di alcuni studi incentrati su soggetti in età evolutiva con sindrome di Prader-Willi, è stato quello di formare le abilità dei genitori nel sostenere il gioco di finzione dei figli attraverso un *training* da remoto (Zyga *et al.*, 2018; Dimitropoulos *et al.*, 2021; Dimitropoulos *et al.*, 2022). Il programma prevedeva una fase preliminare in presenza con una valutazione del bambino e osservazioni delle interazioni di gioco genitore-bambino. In una fase di intervento, che si svolgeva per 6 settimane (con due sessioni a settimana) o 8 settimane (sessioni un po' più lunghe ma una volta alla settimana), i genitori venivano formati riguardo a 4 macro-aree: a) il coinvolgimento e il gioco; b) la gestione di comportamenti disfunzionali; c) la comprensione delle emozioni e le abilità di coping; d) le abilità sociali e interazioni tra pari. Un'analisi della percezione del programma da parte dei genitori mostrava buoni livelli di accettabilità e soddisfazione (Zyga *et al.*, 2018). Un'analisi dell'efficacia dell'intervento (Dimitropoulos *et al.*, 2022) mostrava che solo quando i/le partecipanti venivano coinvolti nelle sessioni di *training* dei genitori (anche con un periodico monitoraggio da parte di un operatore collegato online) si verificavano miglioramenti nelle misure di post-intervento, con differenze significative rispetto al gruppo di controllo. In particolare, sono stati osservati significativi miglioramenti nelle abilità dei soggetti di organizzare il gioco, nella frequenza dei comportamenti di finzione e di espressione delle emozioni. Tuttavia, questi miglioramenti si producevano soltanto nel sottogruppo di soggetti con la variante genetica di disomia uniparentale materna. Nel sottogruppo caratterizzato da delezione nel cromosoma paterno non si verificavano invece differenze significative rispetto al gruppo di controllo.

In uno studio pilota, svolto durante la pandemia COVID-19, Murphy *et al.* (2023) hanno utilizzato un'applicazione web interattiva per promuovere abilità di lettura e di ortografia in 6 soggetti in età evolutiva australiani con sindrome di Down (con un range d'età tra 8 anni e sei mesi e 12 anni e 9 mesi). Il *training* ha avuto una durata di 6 settimane con tre sessioni settimanali di 60 minuti e prevedeva attività con le parole (es. consapevolezza fonemica, riconoscimento di parole ad alta frequenza, abilità di spelling), esercizi di fluenza nella lettura, compiti di comprensione di storie interattive, attività di comprensione di storie gestite dai genitori. I genitori ricevevano una sessione di formazione per insegnare ad alternarsi con il bambino nella lettura ad alta voce, porre una domanda per ogni pagina letta, supportare l'autocorrezione di errori di decodifica. I genitori avevano a disposizione risorse online di guida su come gestire le attività ed erano stati coinvolti nel riportare una sintesi dell'attività svolta in ognuna delle 12 sessioni di comprensione condivisa di storie. I risultati dello studio hanno mostrato un miglioramento statisticamente significativo riguardo all'accuratezza e fluenza della lettura. Non è stato invece riportato un miglioramento significativo nella comprensione dei testi.

## Sviluppo cognitivo e salute mentale

Verberg *et al.* (2022a) hanno testato il programma "The Growth Factory" in uno studio randomizzato controllato che ha coinvolto 119 ragazzi con DI, tra i 12 e i 23 anni, con lo scopo di migliorare il *mindset*, l'aderenza al trattamento, e lo sviluppo psicosociale, in particolare in termini di autostima e salute mentale. Il programma prevedeva sei sessioni online per sei settimane e delle sessioni booster a tre mesi dal trattamento per il gruppo sperimentale (in aggiunta al trattamento usuale), mentre il gruppo di controllo riceveva il trattamento usuale. Entrambi i gruppi hanno ricevuto una valutazione pre- e post- trattamento, con l'aggiunta di due valutazioni di follow-up a 3 e 6 mesi. I risultati indicano che i partecipanti sono stati soddisfatti del trattamento e che questo si è rivelato efficace nel miglioramento del *mindset* e dell'autostima e dei problemi di salute mentale. Questi risultati sono stati mantenuti a 6 mesi dall'intervento, ma non per i problemi di salute mentale i cui risultati sono rimasti costanti fino ai 3 mesi. Il trattamento non ha avuto effetti significativi sull'*empowerment*, sui problemi di esternalizzazione e sulla motivazione al trattamento e alleanza terapeutica.

Verberg *et al.* (2022b) hanno indagato in un ulteriore studio quali siano e come agiscano i mediatori e moderatori del programma "The Growth Factory". Gli autori e autrici hanno analizzato l'atteggiamento mentale, il genere, l'età, il livello di DI e la soddisfazione rispetto all'intervento come mediatori e moderatori del precedente studio (Verberg *et al.*, 2022a). I risultati suggerivano che l'efficacia del trattamento fosse indipendente dall'età e dal livello cognitivo e che i partecipanti che si mostravano più soddisfatti riportavano miglioramenti maggiori nei problemi di salute mentale, sia internalizzati che esternalizzanti. Inoltre, il trattamento era risultato più efficace nel miglioramento dei sintomi internalizzanti nelle ragazze e nell'aumentare la perseveranza nei ragazzi, la quale mediava anche indirettamente i risultati relativi ai sintomi internalizzanti ed esternalizzanti alla valutazione follow-up dei 3 mesi.

Infine, Hronis *et al.* (2019) hanno mostrato l'applicabilità di un programma di terapia cognitivo-comportamentale, denominato "Fearless Me!", mirato a ridurre i sintomi ansiosi attraverso sessioni in presenza con l'aggiunta di esercizi da completare online. Il programma è stato testato in un gruppo di 21 ragazze (range di età: 12-18 anni) con DI. I risultati indicano che tutti i partecipanti hanno completato l'intervento (nonostante alcune sessioni online non siano state portate a termine) e che è stata riportata una diminuzione complessiva della sintomatologia ansiosa sia all'auto-valutazione che alla valutazione degli insegnanti.

## Comportamenti problema

Quattro degli studi inclusi hanno indagato la teleriabilitazione nell'ambito del miglioramento dei comportamenti problema. Lo studio randomizzato controllato di Bagner *et al.* (2023) ha dimostrato l'efficacia di un intervento di terapia di interazione genitore-figlio (*Parent-Child Interaction Therapy*, PCIT), condotta tramite 20 videoconferenze, sia nella riduzione significativa di disturbi comportamentali esternalizzanti, mantenuta al follow-up di un anno, sia nell'incremento dei comportamenti parentali positivi per i 75 soggetti del gruppo sperimentale (rispetto ai 75 soggetti del gruppo di controllo) con età media di 36,2 mesi e diagnosi di ritardo di sviluppo con problemi comportamentali in fascia clinica. Hall *et al.* (2020) hanno valutato l'efficacia di un trattamento comportamentale in teleriabilitazione per bambini con sindrome dell'X fragile tramite uno studio randomizzato controllato. I 57 soggetti tra i 3 e i 10 anni reclutati, sono stati divisi in gruppo sperimentale (teleintervento) e gruppo di controllo (trattamento usuale) e hanno preso parte allo studio per 12 settimane. L'intervento prevedeva che i genitori partecipassero a incontri preliminari e che supportassero i/le bambini/e nella gestione degli strumenti tecnologici. Le sessioni sono state condotte in teleconferenza, previa valutazione funzionale del livello comportamentale, da analisti del comportamento certificati. Le misurazioni pre- e post-intervento sono state condotte tramite l'osservazione diretta dei comportamenti problema, e tramite la somministrazione di test standardizzati. Per il gruppo sperimentale, i risultati indicano che ci sia stato un decremento significativo dell'irritabilità, dei comportamenti stereotipati e dei comportamenti problema. I livelli di stress dei genitori sono diminuiti e l'intervento è stato ritenuto accettabile. Tali benefici si sono mantenuti e sono migliorati ulteriormente dopo una sessione di richiamo a circa tre anni dal *training*, come riportato da Hall *et al.* (2022) nel follow-up condotto su un sottogruppo di 24 partecipanti che avevano ricevuto il *training* di comunicazione funzionale. Grenier-Martin *et al.* (2022) hanno testato l'efficacia di un trattamento online per la gestione dei comportamenti problema rivolto a genitori di soggetti in età evolutiva con DI, tramite uno studio randomizzato controllato. Ventinove *caregiver* sono stati divisi in gruppo di intervento (16 famiglie) e gruppo di controllo in lista di attesa (13 famiglie). I partecipanti (18 maschi e 11 femmine) presentavano un'età media di 4 anni e 1 mese e avevano tutti diagnosi accertata di DI, la maggior parte dei quali ascrivibile a condizioni genetiche. L'intervento consisteva in sessioni online asincrone per i genitori, per un totale di 4 ore di *training*, divise in 5 moduli relativi alla gestione dei comportamenti problema (valutazione del comportamento, valutazione dell'antecedente, strategie di prevenzione, insegnamento di comportamenti appropriati e sintesi finale). Ogni modulo conteneva una presentazione digitale, istruzioni video e una guida scritta scaricabile. I genitori e i/le bambini/e sono stati valutati prima e dopo il trattamento. A seguito dell'intervento, nel gruppo sperimentale si è registrata una riduzione significativa, rispetto al gruppo di controllo, dei comportamenti problema, in termini di frequenza e severità. Si è registrata inoltre una riduzione significativa dello stress genitoriale post-intervento, tuttavia non mantenuta al follow-up, e al contempo un miglioramento significativo dell'autoefficacia dei genitori. L'accettabilità e la soddisfazione generale riportata dai genitori è stata alta.

## Stili di vita

Bompard *et al.* (2023) hanno condotto uno studio pilota presso l'Ospedale Pediatrico "Bambino Gesù" (Roma, Italia) proponendo l'utilizzo da remoto della musicoterapia per 12 giorni secondo il metodo Euterpe. Si è basato sull'utilizzo di una colonna sonora personalizzata per 14 soggetti in età evolutiva con ritardo dello sviluppo e ha fatto uso di suoni e altri tipi di stimolazioni sensoriali come stimolazioni visive mediante luci posizionate nella sala terapeutica, stimolazioni

olfattive tramite diffusori di aromi e tattili con il diapason e i dispositivi vibranti. Le stimolazioni possono essere modificate in base alle diverse esigenze dei partecipanti e agli specifici target terapeutici. I risultati hanno mostrato un miglioramento significativo della qualità del sonno e una riduzione dello stress dei genitori.

Lo studio di Kiewik *et al.* (2017) è uno studio pilota controllato diretto a migliorare le conoscenze e le attitudini rispetto all'uso di alcol e fumo in adolescenti (12-16 anni, età media=14,72) con DI di grado lieve o moderato. I 35 partecipanti del gruppo sperimentale che avevano seguito il programma online "Prepared on time" non hanno dimostrato un incremento significativo nei livelli di conoscenza dopo l'intervento di due settimane, rispetto ai 34 partecipanti del gruppo di controllo che avevano seguito un programma educativo standard. Curtin *et al.* (2024) hanno testato la fattibilità e l'efficacia di un percorso online di alfabetizzazione sportiva e alimentare. L'intervento, testato su 6 ragazzi (di cui due femmine) con DI, con un'età media di 15,3 anni, è stato condotto online per un totale di 12 sessioni da 70 minuti ciascuna. Le sessioni erano dedicate al miglioramento delle abilità sportive tramite istruzioni verbali, dimostrazioni visive e incoraggiamento nel compiere azioni motorie (come palleggiare, saltare, lanciare, ecc.), e all'alfabetizzazione alimentare, tramite lezioni basate sul gioco riguardanti, un'alimentazione salutare. L'intervento è stato condotto da un coach sportivo e da un dietista. I risultati, a seguito di valutazione condotta online, indicavano un miglioramento nelle performance motorie, nella percezione di sé a livello motorio e nella motivazione, nonché un innalzamento nella conoscenza dei cibi e una maggiore disponibilità a mangiare verdure e a bere acqua. Non sono stati notati miglioramenti nel consumo di snack e frutta. Il programma è stato ben accettato dai partecipanti e la soddisfazione dei genitori è stata alta, nonostante solo la metà dei partecipanti abbia espresso divertimento per le sessioni motorie dell'intervento. Lee *et al.* (2017) hanno applicato un intervento di formazione mista (in presenza e tele-consulento), attuato con il coinvolgimento dei genitori, mirato a promuovere l'attività fisica, comportamenti alimentari e stili di vita sani per 24 settimane a studenti con DI lieve (76% maschi) ed età compresa tra 8 e 16 anni reclutati in scuole differenziate, riscontrando un lieve beneficio nel comportamento e nell'immagine di sé e una lieve riduzione degli indici di sovrappeso.

## **Training cognitivi digitali**

Lo studio di Hessel *et al.* (2019) ha valutato l'efficacia di un programma di allenamento della memoria di lavoro tramite l'utilizzo del software "Cogmed", applicabile sia su pc che su tablet. Lo studio, randomizzato controllato e in cieco, ha visto la partecipazione di due gruppi di soggetti con diagnosi di sindrome dell'X fragile. Sono stati coinvolti 100 soggetti in età evolutiva, di cui 37 femmine e 63 maschi (età media 15,2 anni). Il gruppo di intervento ha ricevuto un trattamento di 20-25 sessioni, distribuite in 5-6 settimane, tramite il programma "Cogmed", con livello di difficoltà adattato alle prestazioni, mentre il gruppo di controllo ha ricevuto lo stesso trattamento, ma con livello di difficoltà non adattato alle prestazioni. Le attività consistevano in esercizi di memoria visuo-spaziale e uditiva da svolgersi con supporto dei genitori e calibrate in base al livello di funzionamento dei soggetti. Entrambi i gruppi hanno mostrato un'ottima aderenza al trattamento, con il 100% di sessioni completate per il gruppo sperimentale e il 98% per il gruppo di controllo. Tutti i soggetti sono stati valutati nell'area delle funzioni esecutive e dei comportamenti legati all'attenzione, tramite test standardizzati e tramite un questionario standardizzato per genitori e insegnanti, prima del trattamento, alla fine di questo e dopo tre mesi. I risultati mostrano che entrambi i gruppi sono migliorati significativamente nell'area della memoria di lavoro, mantenendo alcuni risultati anche al follow-up, tuttavia senza differenze significative fra i due gruppi, suggerendo che il programma di allenamento "Cogmed" è efficace,

ma che esercizi a difficoltà crescente e adattati al livello di performance (aumento dello span negli esercizi di memoria) non influiscono significativamente sul miglioramento delle abilità.

Lo studio randomizzato controllato, in doppio cieco, di Kirk *et al.* (2016) ha indagato l'efficacia del programma computerizzato per l'allenamento dell'attenzione TALI (*Training Attention and Learning Initiative*), in 76 soggetti con disabilità intellettiva ( $QI < 70$ ) e difficoltà attentive, di età compresa tra i 4 e gli 11 anni. L'intervento consisteva in esercizi sull'attenzione selettiva, sull'attenzione sostenuta e sul controllo attentivo, da svolgere a casa tramite un tablet *touch screen*, in sessioni da 20 minuti al giorno (4 attività di circa 4 minuti ciascuna, più attività di transizione), per 25 settimane. Il gruppo di intervento, diversamente dal gruppo di controllo, svolgeva esercizi adattati alle prestazioni. Le attività prevedevano per entrambi i gruppi una guida interattiva e l'uso di premi per tenere alta la motivazione. L'aderenza è stata misurata tramite la definizione a priori di uno standard minimo di sessioni completate: nel gruppo di intervento il 90% è risultato aderente al trattamento, mentre nel gruppo di controllo il 70%. I risultati relativi all'efficacia hanno mostrato che il gruppo di intervento è migliorato significativamente nelle prestazioni relative all'attenzione selettiva e ha mantenuto questi miglioramenti a tre mesi dall'intervento, mentre per l'attenzione sostenuta e il controllo attentivo non sono stati rilevati miglioramenti significativi. La valutazione dei comportamenti iperattivi da parte di genitori e insegnanti ha rivelato, infine, che questi sono diminuiti in entrambi i gruppi, sia dopo il trattamento che a tre mesi da questo, ma senza differenze significative tra i due gruppi.

Kirk *et al.* (2017) in uno studio randomizzato controllato in doppio cieco, hanno valutato la generalizzazione dei benefici del programma computerizzato TALI ad altri domini (competenze scolastiche, funzioni esecutive, comportamento) nello stesso gruppo di 76 bambini con disabilità intellettiva, di età compresa tra 4 e 11 anni e secondo le stesse procedure di intervento. Entrambi i gruppi hanno ricevuto 25 sessioni giornaliere da 20 minuti ciascuna (4 attività da 4 minuti, incluse le attività di transizione) distribuite in 5 settimane e sono stati valutati all'inizio, alla fine dell'intervento e a tre mesi da questo. Il gruppo sperimentale (n. 37) ha ricevuto l'intervento TALI, programmato per adattarsi progressivamente alla performance dei bambini, mentre il gruppo di controllo (n. 38) ha ricevuto un intervento basato sul TALI, ma con requisiti attentivi minimi. L'aderenza al trattamento non ha rivelato differenze significative tra gruppo di intervento e gruppo di controllo. Nel confronto prima e dopo il trattamento e a distanza di tre mesi non sono state osservate differenze significative tra i due gruppi nei domini non trattati dell'alfabetizzazione, delle funzioni esecutive e dei problemi comportamentali e emotivi. In entrambi i gruppi si sono registrati miglioramenti simili nel comportamento e nell'emotività dopo il trattamento e a distanza di tre mesi. Il risultato rilevante è che nel gruppo di intervento sono migliorate significativamente le competenze numeriche a tre mesi dalla conclusione, dimostrando che alcuni domini non allenati possono essere rafforzati in bambini e bambine con DI tramite un *training* intensivo computerizzato dell'attenzione.

Lo studio di Pulina *et al.* (2015) si è proposto di valutare l'efficacia di un programma computerizzato di allenamento della memoria di lavoro visuo-spaziale in un gruppo di 39 bambini e adolescenti con sindrome di Down (età media 12 anni e 5 mesi), di cui 23 femmine. L'intervento consisteva, per il gruppo sperimentale, in 8 sessioni di allenamento di 30 minuti ciascuna, distribuite in un mese e sotto la supervisione di uno psicologo, mentre per il gruppo di controllo sotto la supervisione del genitore, adeguatamente formato. Le attività proposte nel programma di allenamento erano identiche per i due gruppi e prevedevano 16 esercizi specifici con attività di memoria di lavoro simultanea, di abilità spaziali-sequenziali, di abilità visuo-spaziali e di memoria. Entrambi i gruppi sono migliorati e hanno mantenuto i miglioramenti ad un mese di distanza, suggerendo che gli esercizi possono essere somministrati efficacemente anche dai genitori a casa.

Lo studio randomizzato controllato, in doppio cieco, di Soderqvist *et al.* (2012) si è proposto di valutare la fattibilità e l'efficacia di un programma di allenamento cognitivo computerizzato per migliorare la memoria di lavoro e il ragionamento non verbale in un gruppo di 22 bambini e 19 bambine con disabilità intellettiva, di età compresa tra i 6 e i 12,5 anni. I soggetti del gruppo di sperimentale (n. 22) hanno ricevuto l'intervento adattato alle prestazioni, mentre quelli del gruppo di controllo (n. 19) hanno ricevuto un intervento non adattato, per un totale di 25 sessioni distribuite in 5 settimane; entrambi i gruppi sono stati valutati prima, dopo l'intervento e a distanza di un anno. Entrambi i gruppi prevedevano la supervisione dei genitori o delle insegnanti. La valutazione dell'aderenza al trattamento ha rivelato che l'85% dei partecipanti ha completato circa 20 minuti di *training* per sessione, con una media di 24 sessioni (e un minimo di 20 sessioni). La valutazione della motivazione ha mostrato che per i genitori del gruppo di intervento gli esercizi sono apparsi maggiormente difficili, mentre per il gruppo di controllo gli esercizi sono apparsi maggiormente facili. Si è registrata una grande variabilità interindividuale nel progresso all'interno del gruppo sperimentale. I risultati hanno mostrato una proporzionale generalizzazione dei miglioramenti ottenuti durante il *training* anche alla memoria di lavoro verbale e alla comprensione delle istruzioni. Inoltre, i maggiori predittori del progresso nelle attività di allenamento si sono rivelati essere il genere, la presenza o meno di comorbidità, nonché le capacità di base della memoria di lavoro verbale. Le bambine e ragazze con prestazioni di base più elevate e in assenza di comorbidità hanno mostrato maggiori progressi. Non sono stati osservati miglioramenti significativi a un anno di distanza dal *training*, suggerendo che dovrebbe essere più intensivo e ripetuto nel tempo affinché i suoi benefici possano persistere nel tempo. Non sono stati registrati miglioramenti nell'area del comportamento e della sintomatologia della disattenzione.

## Discussione

I dati mostrano un crescente interesse per l'uso di interventi a distanza per la DI in età evolutiva. I risultati positivi ottenuti in studi pilota e sperimentali indicano che la telepsicologia e la teleriabilitazione possono essere strumenti efficaci per migliorare le abilità cognitive, emotive e comportamentali nei bambini e adolescenti. La presente revisione sistematica della letteratura internazionale mostra che la maggior parte degli studi è stata condotta in paesi occidentali, con il 45% proveniente dagli USA.

Per quanto riguarda il linguaggio e la comunicazione, la teleriabilitazione è stata impiegata con risultati incoraggianti, come mostrano gli studi di McDuffie *et al.* (2018) e Nelson *et al.* (2018) su soggetti con diagnosi di sindrome dell'X Fragile, che evidenziano miglioramenti nel coinvolgimento e nell'uso del linguaggio inferenziale. Tuttavia, rimangono lacune sulla spontaneità del linguaggio e nella generalizzazione dei risultati. Gli studi che hanno coinvolto partecipanti con sindrome di Prader-Willi indicano che il coinvolgimento attivo dei bambini nei *training* dei genitori è fondamentale per ottenere miglioramenti nelle abilità di gioco e sociali, ma i risultati variano a seconda del tipo di variante genetica (Dimitropoulos *et al.*, 2022).

Per quanto riguarda lo sviluppo emotivo, relazionale e il controllo del comportamento, la letteratura scientifica attualmente disponibile documenta limitate evidenze dell'efficacia di interventi di telepsicologia mirati a supportare, attraverso le tecnologie digitali, la gestione di emozioni, relazioni e comportamenti specifici nella DI per le fasce di età dello sviluppo. Interventi cognitivi, come il programma "The Growth Factory" (Verberg *et al.*, 2022a; Verberg *et al.*, 2022b), hanno migliorato la salute mentale e l'autostima, con un impatto più significativo sulle ragazze. Tuttavia, l'efficacia si riduce su altre aree come l'empowerment e la motivazione al trattamento. Infine, la teleriabilitazione è riportata essere efficace anche nel ridurre i

comportamenti problema in bambini con ritardo dello sviluppo e sindrome dell'X Fragile, con effetti duraturi nel tempo, soprattutto quando i genitori sono coinvolti nel processo di intervento (Hall *et al.*, 2020; Hall *et al.*, 2022). Tuttavia, rimangono delle limitazioni, tra cui l'eterogeneità dell'intensità degli interventi, la mancanza di follow-up estesi e alcune difficoltà nel garantire la fedeltà di implementazione. I pochi studi pubblicati in questi ambiti sono per lo più di bassa qualità, come emerge dalle revisioni sistematiche pubblicate negli ultimi anni (Camden *et al.*, 2020; McIntyre, 2020; Oudshoorn *et al.*, 2021; Ogourtsova *et al.*, 2023; Sheehan & Hassiotis 2017).

Relativamente all'area delle funzioni esecutive, diversi studi hanno mostrato l'efficacia dell'uso di *training* cognitivi digitali (Hessl *et al.*, 2019; Kirk *et al.*, 2016; Kirk *et al.*, 2017; Pulina *et al.*, 2015; Soderqvist *et al.*, 2012) rilevando che programmi a distanza di potenziamento cognitivo nell'area dell'attenzione e della memoria visuo-spaziale e uditiva, svolti tramite l'uso di software, sono fattibili, in termini di aderenza al trattamento, ed efficaci, con il mantenimento di alcune competenze anche a distanza di tre mesi dal trattamento. Uno studio ha rilevato che i risultati ottenuti a seguito di allenamento cognitivo, non vengono però mantenuti a distanza di un anno dal trattamento, suggerendo che i trattamenti debbano essere intensivi e continuativi nel tempo (Soderqvist *et al.*, 2012). Inoltre, i programmi di teleriabilitazione sono facilmente somministrabili non solo da operatori ma anche da genitori adeguatamente formati (Pulina *et al.*, 2015) o da insegnanti (Soderqvist *et al.*, 2012). L'aderenza al trattamento è stata rilevata inoltre come molto alta (Hessl *et al.*, 2019; Kirk *et al.*, 2016; Kirk *et al.*, 2017; Soderqvist *et al.*, 2012), mentre la valutazione della motivazione a svolgere gli esercizi ha rivelato che gli esercizi adattati al livello delle competenze sono percepiti come molto difficili, mentre gli esercizi non adattati al livello delle competenze sono percepiti prevalentemente come molto facili (Soderqvist *et al.*, 2012). Non sembra esserci una differenza significativa in termini di efficacia tra esercizi che si adattano progressivamente alle prestazioni ed esercizi non adattivi (Hessl *et al.*, 2019). La presenza di comorbidità e il livello di competenza di base, così come il genere, influiscono sulla capacità di apprendimento nelle attività di potenziamento delle funzioni esecutive (Soderqvist *et al.*, 2012). I programmi di *training* cognitivi digitali, da svolgersi con il supporto di genitori o insegnanti, rappresentano una frontiera interessante, in termini di fattibilità del trattamento così come in termini di efficacia.

Oudshoorn *et al.* (2021) hanno evidenziato le limitazioni metodologiche degli interventi di telepsicologia nella DI sottolineando la notevole eterogeneità nei metodi alla base di tali interventi. Si tratta di interventi condotti prevalentemente a livello individuale, per la maggior parte basati su analisi o tecniche comportamentali, applicati in contesti eterogenei (a casa, in struttura residenziale, a scuola o in più contesti), a persone di diverse fasce di età (dai 3 anni all'età adulta), con DI di diverso grado (da lieve a profondo), orientati prevalentemente a problematiche comportamentali, condotti sia da personale specializzato in ambito terapeutico e psicologico sia da *caregiver*, usando materiali audiovisivi per analizzare comportamenti specifici e apprendere abilità mirate oppure interventi sincroni e asincroni con le indicazioni specialistiche per la gestione delle problematiche comportamentali oppure interventi cognitivo-comportamentali computerizzati o, infine, l'uso di sensori per rinforzare i comportamenti funzionali nella disabilità profonda. Allo stato attuale delle evidenze scientifiche il teleconsulto tramite videoconferenze in modalità sincrona dirette ai genitori/*caregiver* si delinea come una valida opportunità per la pianificazione dei trattamenti mirati alla gestione di problematiche comportamentali nella DI per le età dello sviluppo. Per garantire l'efficacia degli interventi rivolti a bambini e adolescenti con DI, è essenziale condurre un'analisi personalizzata dei loro bisogni comportamentali e relazionali all'interno del contesto familiare. L'uso del teleconsulto o di programmi di apprendimento online, sebbene rivolti specificamente agli adolescenti con DI, potrebbe ottenere risultati migliori se anche i genitori o i *caregiver* sono coinvolti attivamente durante l'intervento. Interventi misti, che

combinano sessioni in presenza con supporto digitale, potrebbero dimostrarsi particolarmente efficaci.

La teleriabilitazione può rappresentare, inoltre, un modo per incrementare la frequenza e l'intensità delle prestazioni, in particolare nel trattamento precoce, nella finestra temporale di maggiore suscettibilità e nei periodi di distanziamento fisico obbligato. Le attività in remoto permettono inoltre di implementare la rete di scambio fra tutte le figure professionali e specialistiche coinvolte nel progetto riabilitativo (Nuara *et al.*, 2022; Beani *et al.*, 2020; Sgandurra *et al.*, 2018). Uno studio di Krasovsky *et al.* (2021) affronta alcuni quesiti pratici riguardanti l'organizzazione della seduta in teleriabilitazione. In particolare, gli autori e autrici suggeriscono di definire esattamente i tempi e il contenuto del trattamento, comprese le pause, e la complessità dei compiti assegnati. La durata ottimale di ogni sessione non dovrebbe superare i 30 minuti e dovrebbe concludersi con la compilazione di questionari. Inoltre, nella definizione degli obiettivi terapeutici individualizzati andrebbero presi in considerazione i bisogni e le aspettative del bambino/a e i bisogni e la disponibilità dei genitori. Gli obiettivi dovrebbero seguire i principi SMART e quindi essere specifici, misurabili, raggiungibili, realistici e tempestivi (Bovend'Eerd, *et al.*, 2009). Le linee guida australiane sulla gestione della paralisi cerebrale (New South Wales, 2018) che posso essere prese a riferimento, evidenziano l'importanza del trattamento domiciliare per migliorare le competenze del bambino, offrendo un percorso strutturato che include diverse fasi. In primo luogo, è fondamentale instaurare una relazione collaborativa tra il terapeuta e la famiglia, assicurando una comunicazione aperta e un supporto reciproco. Successivamente, vengono definiti obiettivi condivisi, concordati da entrambe le parti, che guidano l'intero processo terapeutico. Le attività terapeutiche selezionate devono essere basate su evidenze scientifiche e mirate a raggiungere questi obiettivi. Inoltre, il supporto continuo ai genitori, attraverso abilitazione, controlli in presenza e aggiornamenti del programma, è essenziale per mantenere alta la motivazione. Infine, è cruciale l'utilizzo di strumenti validati per misurare gli *outcome* del trattamento. Le evidenze di ricerca disponibili sui programmi di teleriabilitazione per bambini/ragazzi con DI complessivamente dimostrano la loro efficacia nell'attivazione delle risorse del contesto, in particolare nel promuovere le abilità psicoeducative dei genitori. I genitori possono essere formati con un intervento psicoeducativo attraverso piattaforme online che prevedano un insieme di funzionalità: conoscenza del bambino attraverso una valutazione in presenza, iniziali chiamate telefoniche con un operatore, istruzioni molto dettagliate, materiali online, partecipazione dei bambini alle attività proposte con periodici monitoraggi online delle azioni dei genitori. I *training* digitali effettuati a casa sono anch'essi efficaci nel potenziare le funzioni cognitive complesse nella DI in età evolutiva; i miglioramenti si generalizzano anche ad altre abilità che non sono state direttamente allenate (es. comprensione di istruzioni).

Ci sono alcune questioni aperte che necessitano di ulteriori studi su più vasta scala, tenendo maggiormente conto dei diversi profili individuali di DI. Prima di tutto, è fondamentale determinare quale durata e intensità dei *training* siano efficaci e sostenibili per bambini/e e ragazzi/e che incontrano maggiori difficoltà nel consolidare gli apprendimenti. Questo richiede di considerare i profili neuropsicologici e motivazionali per cui un determinato *training* risulta indicato. Inoltre, è importante comprendere quali abilità possano essere trasferite ad altri ambiti attraverso un *training* basato su attività digitali. Un'altra questione riguarda la durata e la stabilità dei miglioramenti ottenuti. Inoltre, resta da chiarire se il rafforzamento di abilità complesse, come la memoria di lavoro e il ragionamento, possa facilitare il comportamento sociale e l'apprendimento scolastico. I risultati dello studio di Wu *et al.* (2023) indicano che il funzionamento adattivo, in particolare nelle aree di comunicazione e socializzazione, migliora significativamente con interventi mirati allo sviluppo cognitivo. Tuttavia, non ci sono ancora evidenze chiare sull'impatto che un potenziamento dello sviluppo cognitivo possa avere sugli apprendimenti scolastici. Grant *et al.* (2022) sottolineano come ci sia bisogno di ulteriori studi

sulle modalità di costruzione di un rapporto terapeutico in una seduta svolta da remoto, così come la necessità di specifici *training* per gli operatori su questo tema. Se l'intervento diretto con il bambino, da parte degli specialisti, può essere complesso da portare avanti, diversa è la situazione nel caso in cui ci sia un coinvolgimento dei *caregiver*. In questo caso lo specialista potrà fornire una formazione e una guida, attraverso i feedback, maggiormente gestibile nel contesto a distanza. È importante ricordare non solo che la terapia mediata dai genitori è riconosciuta come efficace nel trattamento dei disturbi del linguaggio in bambini che presentano DI, ma anche che il coinvolgimento dei familiari nel processo riabilitativo è fortemente consigliato (Caciolo & Alfieri, 2022). Inoltre, vari studi hanno dimostrato come gli interventi di *parent training* sulla responsività siano efficaci, migliorino lo stile genitoriale e abbiano un impatto positivo sui risultati ottenuti con i bambini (Brady *et al.*, 2009). Il coinvolgimento dei genitori nell'erogazione dell'intervento aumenterebbe poi la probabilità di mantenere l'utilizzo di strategie mirate anche dopo la conclusione dell'intervento (McDuffie *et al.*, 2018). In una revisione del 2021, Bullard & Abbeduto hanno evidenziato come gli interventi sulla responsività genitoriale possano essere implementati con successo anche in teleriabilitazione. Gli studi presi in considerazione prevedevano degli interventi sincroni da parte dello specialista, così come dei feedback su video inviati in momenti diversi della settimana. Infine, Bullard e Abbeduto (2021) sottolineano la necessità di includere negli studi un'analisi della salute e del benessere genitoriale, in quanto le condizioni psicofisiche del genitore sono correlate alla responsività e devono essere considerate nella progettazione di un intervento efficace. Per McIntyre (2020), gli interventi online centrati sulle famiglie per supportarle nei bisogni derivanti dal contesto di vita, rappresentano uno dei possibili sviluppi nella presa in carico della DI e possono permettere di aumentare il numero di famiglie raggiunte, contenere i costi, migliorare il funzionamento comportamentale dei ragazzi e incrementare il benessere dei *caregiver*. In particolare, il teleconsulto tramite videoconferenze in modalità sincrona dirette ai genitori/*caregiver* si delinea come opzione efficace per la pianificazione dei trattamenti mirati alla gestione di problematiche comportamentali nella DI e nel potenziamento dello sviluppo cognitivo, attraverso attività digitali che si svolgono a casa. In alcune circostanze, l'intervento asincrono può essere preferibile rispetto alla comunicazione sincrona o alle tradizionali visite in ambulatorio, poiché i bambini con DI potrebbero non collaborare quando l'operatore sanitario sta osservando. In una modalità asincrona, erogata da operatori familiari o personale scolastico, i bambini potrebbero essere maggiormente collaborativi, in assenza dello stress legato alla presenza di una figura estranea (Zhou & Parmanto, 2019). La proposta dell'intervento in teleriabilitazione sul minore mediata dai genitori/*caregiver* è possibile sia in ambito motorio che logopedico, sia per i disturbi dell'alimentazione che nell'area del linguaggio e comunicazione, così come possono essere effettuati programmi per la stimolazione nei diversi domini cognitivi, ma risulta importante l'accurata selezione del potenziale utente (individuando i *non responder*) e dei *caregiver*, definendo con precisione la tipologia di intervento che si può delegare e il percorso di abilitazione dei *caregiver* attraverso sedute di *coaching* e videofeedback. Ai medici e operatori sanitari spetta il compito di selezionare le piattaforme e i giochi da utilizzare in teleriabilitazione affinché siano adeguati al profilo cognitivo-comportamentale del bambino, offrire indicazioni sulla durata e intensità dell'attività/*training* selezionati e utilizzare misure di *outcome* in tempi definiti per valutare la durata e la stabilità dei miglioramenti eventualmente ottenuti. Si consiglia di adottare modelli ibridi che combinano valutazioni e attività di formazione in presenza per i *caregiver* con interventi strutturati a distanza, sia in modalità sincrona che asincrona (Nuara *et al.*, 2022; Krasovsky *et al.*, 2021; Hsu *et al.*, 2021). Per far progredire il campo, ogni nuovo studio di teleriabilitazione per DI nelle età dello sviluppo dovrebbe fornire dettagli completi sull'intervento, sul livello di interazione con il *caregiver* e sulla formazione dei terapisti (Camden *et al.*, 2020).

Infine, la selezione dei trattamenti a distanza e la formazione al loro utilizzo deve tenere conto del fatto che le barriere che limitano l'accessibilità alle tecnologie digitali sono accentuate nelle persone con DI per difficoltà sensoriali, cognitive e motorie, per mancanza di *training* e supervisione dedicati, per carenza e costi elevati dei dispositivi adattati e della connessione di rete. A queste barriere si aggiungono quelle dei *caregiver* che devono occuparsi della gestione dei dispositivi, dell'aggiornamento, della risoluzione dei problemi e della supervisione nel loro utilizzo. Nell'età dello sviluppo, la propensione a usare strumenti digitali è molto più diffusa ma richiede da parte delle persone adulte di riferimento una supervisione nella selezione e gestione dei contenuti, nella protezione da minacce online, nella gestione della sicurezza dei dati personali. Nella DI, tale supervisione deve essere continuativa, aggiornata e adattata ai bisogni in evoluzione.

## Conclusioni

Sebbene le criticità metodologiche della letteratura esaminata limitino la forza e la certezza delle considerazioni conclusive, le evidenze suggeriscono che gli interventi di teleriabilitazione e psicologia digitale offrano nuove opportunità per i professionisti che lavorano con DI in età evolutiva e le loro famiglie per il miglioramento delle abilità cognitive, emotive e comportamentali. Tali interventi hanno lo scopo di ampliare il confronto e la partecipazione tra operatori (es. limitando costi e tempi di viaggio) e ridurre la paura dello stigma sociale legato al recarsi presso i centri di riabilitazione (Oudshoorn *et al.*, 2021). Tuttavia, la loro fattibilità varia a seconda dei contesti e delle condizioni individuali, evidenziando la necessità di interventi personalizzati e di una maggiore attenzione al coinvolgimento dei genitori e dei *caregiver*. L'eterogeneità degli interventi e la mancanza di follow-up consistenti rappresentano sfide significative. Per garantire risultati ottimali, è cruciale implementare modelli di intervento misti che combinano sessioni in presenza e a distanza, tenendo in considerazione i bisogni specifici di ogni diade bambino-*caregiver*.

## Bibliografia

*L'asterisco indica gli studi inclusi nella revisione sistematica della letteratura.*

- \*Bagner DM, Berkovits MD, Coxe S, Frech N, Garcia D, Golik A, *et al.* Telehealth treatment of behavior problems in young children with developmental delay: A randomized clinical trial. *JAMA Pediatrics* 2023;177(3):231-239. Erratum in: *JAMA Pediatrics*. 2023;177(3):323.
- Beani E, Menici V, Ferrari A, Cioni G, Sgandurra G. Feasibility of a home-based action observation training for children with unilateral cerebral palsy: An explorative study. *Frontiers in Neurology*. 2020;11:16.
- \*Bompard S, Liuzzi T, Staccioli S, *et al.* Home-based music therapy for children with developmental disorders during the COVID-19 pandemic. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2023;29(3):211-216.
- Bovend'Eerd TJH, Botell, RE, Wade DT. Writing SMART rehabilitation goals and achieving goal attainment scaling: A practical guide. *Clinical Rehabilitation*. 2009;23:352-361.
- Brady N, Warren S, Sterling A. Interventions aimed at improving child language by improving maternal responsiveness. *International Review of Research in Mental Retardation*. 2009;37:333-357.
- Bullard L, Abbeduto L. Responsive parenting as a target for telehealth language interventions in fragile x syndrome: implications for scalability and best practices. *Seminars in Speech and Language*. 2021;42(4):287-300.

- Caciolo C, Alfieri P. Il disturbo di linguaggio nei disturbi del neurosviluppo. In: Marini A, Vicari S (Ed.). *I disturbi del linguaggio in età evolutiva - Caratteristiche, diagnosi e trattamento*. Bologna: Il Mulino; 2022. p. 29-35.
- Camden C, Pratte G, Fallon F, Couture M, Berbari J, Tousignant M. Diversity of practices in telerehabilitation for children with disabilities and effective intervention characteristics: results from a systematic review. *Disability and Rehabilitation*. 2020;42(24):3424-3436.
- Curtin C, Bandini LG, Forquer M, Cullen P, Rancaño KM, Must A, Schreck K, Bowling AB, Askenazy N, Wei X, Irish C, Stanish HI. A remotely-delivered pilot and feasibility program to promote physical and food literacy in adolescents with intellectual disabilities. *Journal of Applied Research in Intellectual Disability*. 2024;37(3):e13228.
- \*Curtin A, Zyga O, Doernberg E, Russ SW. Show me what happens next: Preliminary efficacy of a remote play-based intervention for children with Prader-Willi syndrome. *Research in Developmental Disability*. 2021;108:103820.
- \*Dimitropoulos A, Doernberg EA, Russ SW, Zyga O. Intervention response by genetic subtype: PRETEND-Preschool program for children with Prader-Willi syndrome via remote parent training. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2022;52:5191-5206.
- \*Dimitropoulos A, Zyga O, Doernberg E, Russ SW. Show me what happens next: Preliminary efficacy of a remote play-based intervention for children with Prader-Willi syndrome. *Research in Developmental Disabilities*. 2021;108:103820.
- Grant C, Jones A, Land H. What are the perspectives of speech pathologists, occupational therapists and physiotherapists on using telehealth videoconferencing for service delivery to children with developmental delays? A systematic review of the literature. *Australian Journal of Rural Health*. 2022;30(3):321-336.
- \*Grenier-Martin J, Rivard M, Patel S, *et al*. Randomized controlled trial on an online training to support caregivers of young children with intellectual and developmental disability managing problem behaviors at home. *Journal of Child and Family Studies*. 2022;31:3485-3497.
- \*Hall SS, Monlux KD, Rodriguez AB, Jo B, Pollard JS. Telehealth-enabled behavioral treatment for problem behaviors in boys with fragile X syndrome: a randomized controlled trial. *Journal of Neurodevelopment Disorders*. 2020;12(1):31.
- \*Hall SS, Rodriguez AB, Jo B, Pollard JS. Long-term follow-up of telehealth-enabled behavioral treatment for challenging behaviors in boys with fragile X syndrome. *Journal of Neurodevelopment Disorders*. 2022;14(1):53.
- \*Hessl D, Schweitzer JB, Nguyen DV, McLennan YA, Johnston C, Shickman R, Chen Y. Cognitive training for children and adolescents with fragile X syndrome: a randomized controlled trial of "Cogmed". *Journal of Neurodevelopment Disorders*. 2019;15(1):11.
- \*Hronis A, Roberts R, Roberts L, Kneebone I. Fearless Me!©: A feasibility case series of cognitive behavioral therapy for adolescents with intellectual disability. *Journal of Clinical Psychology*. 2019;75(6):919-932.
- Hsu N, Monasterio E, Rolin O. Telehealth in pediatric rehabilitation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2021;32(2):307-317.
- Kieling C, Buchweitz C, Caye A, Silvani J, Ameis SH, Brunoni AR, Cost KT, Courtney DB, Georgiades K, Merikangas KR, Henderson JL, Polanczyk GV, Rohde LA, Salum GA, Szatmari P. Worldwide prevalence and disability from mental disorders across childhood and adolescence: evidence from the Global Burden of Disease Study. *JAMA Psychiatry*. 2024;81(4):347-356.
- \*Kiewik M, VanDerNagel JE, Engels RC, DeJong CA. The efficacy of an e-learning prevention program for substance use among adolescents with intellectual disabilities: A pilot study. *Research in Developmental Disability*. 2017;63:160-166.

- \*Kirk HE, Gray KM, Ellis K, Taffe J, Cornish KM. Computerised attention training for children with intellectual and developmental disabilities: a randomised controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2016;57(12):1380-1389.
- \*Kirk HE, Gray KM, Ellis K, Taffe J, Cornish KM. Impact of attention training on academic achievement, executive functioning, and behavior: a randomized controlled trial. *American Journal of Intellectual and Developmental Disability*. 2017;122(2):97-117.
- Krasovsky T, Silberg T, Barak S, Eisenstein E, Erez N, Feldman I, *et al.* Transition to multidisciplinary pediatric telerehabilitation during the COVID-19 pandemic: strategy development and implementation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(4):1484.
- \*Lee RL, Leung C, Chen H, Louie LHT, Brown M, Chen JL, Cheung G, Lee PH. The impact of a school-based weight management program involving parents via mHealth for overweight and obese children and adolescents with intellectual disability: a randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017;14(10):1178.
- Leonard H, Montgomery A, Wolff B, Strumpher E, Masi A, Woolfenden S, Williams K, Eapen V, Finlay-Jones A, Whitehouse A, Symons M, Licari M, Varcin K, Alvares G, Evans K, Downs J, Glasson E. A systematic review of the biological, social, and environmental determinants of intellectual disability in children and adolescents. *Frontiers in Psychiatry*. 2022;13:926681.
- \*McDuffie A, Banasik A, Bullard L, Nelson S, Feigles RT, Hagerman R, Abbeduto L. Distance delivery of a spoken language intervention for school-aged and adolescent boys with fragile X syndrome. *Developmental Neurorehabilitation*. 2018;21(1):48-63.
- McIntyre LL. Family-based practices to promote well-being. *American Journal of Intellectual and Developmental Disabilities*. 2020;125(5):349-352.
- \*Murphy A, Bailey B, Arciuli J. ABRACADABRA literacy instruction for children with Down syndrome via telepractice during COVID-19: A pilot study. *British Journal of Educational Psychology*. 2023;93:333-352.
- \*Nelson S, McDuffie A, Banasik A, Feigles RT, Thurman AJ, Abbeduto L. Inferential language use by school-aged boys with fragile X syndrome: Effects of a parent-implemented spoken language intervention. *Journal of Communication Disorders*. 2018;72:64-76.
- New South Wales Ministry of Health. *Management of cerebral palsy in children: a guide for allied health professionals*. Sydney: NSW Health; 2018. Disponibile all'indirizzo: <http://www.health.nsw.gov.au/kidsfamilies/>; ultima consultazione 19/6/25.
- Nuara A, Fabbri-Destro M, Scalona E, Lenzi SE, Rizzolatti G, Avanzini P. Telerehabilitation in response to constrained physical distance: an opportunity to rethink neurorehabilitative routines. *Journal of Neurology*. 2022;269:627-638.
- Ogourtsova T, Boychuck Z, O'Donnell M, Ahmed S, Osman G, Majnemer A. Telerehabilitation for children and youth with developmental disabilities and their families: a systematic review. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*. 2023;43(2):129-175.
- Oudshoorn CEM, Frielink N, Nijs SLP, Embregts PJCM. Psychological eHealth interventions for people with intellectual disabilities: A scoping review. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*. 2021;34(4):950-972.
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan – a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2016;5:1-10.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal* 2021;372:71.
- \*Pulina F, Carretti B, Lanfranchi S, Mammarella IC. Improving spatial-simultaneous working memory in Down syndrome: effect of a training program led by parents instead of an expert. *Frontiers in Psychology*. 2015;6:1265.

- Salvador-Carulla L, Reed GM, Vaez-Azizi LM, Cooper SA, Martinez-Leal R, Bertelli M, Adnams C, Cooray S, Deb S, Akoury-Dirani L, Girimaji SC, Katz G, Kwok H, Luckasson R, Simeonsson R, Walsh C, Munir K, Saxena S. Intellectual developmental disorders: towards a new name, definition and framework for “mental retardation/intellectual disability” in ICD-11. *World Psychiatry*. 2011;10(3):175-80.
- Sgandurra G, Beani E, Giampietri M, Rizzi R, Cioni G, CareToy-R Consortium. Early intervention at home in infants with congenital brain lesion with CareToy revised: a RCT protocol. *BMC Pediatrics*. 2018;18(1):295.
- Sheehan R, Hassiotis A. Digital mental health and intellectual disabilities: state of the evidence and future directions. *Evidence-Based Mental Health*. 2017;20(4):107-111.
- \*Soderqvist S, Nutley SB, Ottersen J, Grill KM, Klingberg T. Computerized training of non-verbal reasoning and working memory in children with intellectual disability. *Frontiers in Human of Neuroscience*. 2012;6:271.
- Tassé MJ, Schalock RL, Balboni G, Bersani H Jr, Borthwick-Duffy SA, Spreat S, Thissen DM, Widaman KF, Zhang D. The construct of adaptive behavior: Its conceptualization, measurement, and use in the field of intellectual disability. *American Journal of Intellectual and Developmental Disability*. 2012;117(4):291-303.
- Totsika V, Liew A, Absoud M, Adnams C, Emerson E. Mental health problems in children with intellectual disability. *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2022;6(6):432-444.
- \*Verberg F, Helmond P, Otten R, Overbeek G. Effectiveness of the online mindset intervention ‘The Growth Factory’ for adolescents with intellectual disabilities. *Journal of Applied Research of Intellectual Disabilities*. 2022(a);35(1):217-230.
- \*Verberg F, Helmond P, Otten R, Overbeek G. The online mindset intervention ‘The Growth Factory’ for adolescents with intellectual disabilities: moderators and mediators. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2022(b);66(10):817-832.
- Wu J, Peng J, Li Z, Deng H, Huang Z, He Y, *et al*. Multi-domain computerized cognitive training for children with intellectual developmental disorder: A randomized controlled trial. *Frontiers in Psychology*. 2023;13:1059889.
- Zhou L, Parmanto B. Reaching people with disabilities in underserved areas through digital interventions: systematic review. *Journal of Medical Internet Research*. 2019;21(10):e12981.
- \*Zyga O, Russ SW, Dimitropoulos A. The PRETEND Program: Evaluating the feasibility of a remote parent-training intervention for children with Prader-Willi Syndrome. *American Journal of Intellectual and Developmental Disability*. 2018;123(6):574-584.

## **DISTURBI DELLA COMUNICAZIONE: EVIDENZE E PRATICHE DI TELERIABILITAZIONE IN ETÀ EVOLUTIVA**

Pierpaolo Busan (a), Manuela Calanca (b, c), Pier Giuseppe Carando (d), Ilaria Ceccarelli (c, d), Raffaella Citro (e), Anna Giulia De Cagno (e), Francesca Del Gado (b, c), Antonella Iannetta (f), Antonella Olivo (g), Lisa Scordino (b), Antonio Schindler (h, i), Goffredo Scuccimarra (g), Donatella Tomaiuoli (b, c, j)

(a) *Dipartimento di Scienze Mediche Chirurgiche e della Salute, Università degli Studi di Trieste, Trieste*  
(b) *CRC-Centro Ricerca e Cura, Roma*  
(c) *Sapienza Università di Roma, Roma*  
(d) *Centro di Recupero e Rieducazione Funzionale Mons. Novarese, Loc. Trompone Moncrivello, Vicenza*  
(e) *Federazione Logopedisti Italiani, Padova*  
(f) *Associazione Nazionale Unitaria dei Terapisti della Neuro e Psicomotricità dell'Età Evolutiva Italiani, Milano*  
(g) *Fondazione Istituto Antoniano, Ercolano, Napoli*  
(h) *Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche "L. Sacco" Università degli Studi di Milano, Milano*  
(i) *Union of European Phoniatricians, Praga*  
(j) *Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma*

### **Introduzione**

I disturbi della comunicazione rappresentano il motivo più frequente di consultazione al Servizio Sanitario Nazionale in età prescolare, causa la loro elevata incidenza che si attesta tra il 3,5% e il 14% (LASTLA & FLI, 2019) e le potenziali conseguenze sociali nel corso della vita secondo il manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th edition Text Revision, DSM-5-TR*) (APA, 2022). Sebbene nel contesto sanitario italiano si utilizzi il manuale diagnostico di matrice europea della *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems – Tenth Revision (ICD-10)* (WHO, 1993), in questo lavoro è stato ritenuto opportuno far riferimento alla classificazione diagnostica dei disturbi della comunicazione e del linguaggio definita all'interno del testo del DSM-5-TR (2022) in quanto meglio rispondente alla riflessione clinica e alla possibilità di suddividere un argomento, così complesso e vasto, in sotto-aree. Nello specifico, il DSM-5-TR inserisce i disturbi della comunicazione nel dominio dei disturbi del neurosviluppo e all'interno della categoria diagnostica dei disturbi della comunicazione, distinguendo il disturbo del linguaggio, il disturbo fonetico-fonologico, il disturbo della fluenza con esordio nell'infanzia, il disturbo della comunicazione sociale (pragmatica) e il disturbo della comunicazione senza specificazione. Il disturbo della comunicazione senza specificazione non è stato oggetto di questo lavoro trattandosi di un'etichetta che comprende le manifestazioni in cui ci sono informazioni insufficienti per porre una diagnosi più specifica (DSM-5-TR) (APA, 2022).

Il disturbo del linguaggio si manifesta con una difficoltà specifica in uno o più livelli dello sviluppo linguistico, in assenza di problemi cognitivi, sensoriali, motori, affettivi e di importanti carenze socio-ambientali. A volte, queste difficoltà di natura prettamente linguistica, possono associarsi a "fragilità cognitive" come, ad esempio, nella memoria procedurale e nelle funzioni esecutive. La natura clinica di tale disturbo può essere eterogenea con diversi livelli di compromissione (livello fonologico, semantico-lessicale, morfosintattico, pragmatico) e può manifestarsi in termini di lessico ridotto, limitata struttura delle frasi e/o capacità discorsiva, sia

in produzione che in ricezione, e spesso possono esserci delle ricadute anche nell'acquisizione del linguaggio scritto.

Il disturbo fonetico-fonologico è caratterizzato da una persistente difficoltà nella produzione dei suoni che interferisce con l'intelligibilità dell'eloquio o impedisce la comunicazione verbale. L'esordio dei sintomi avviene nel periodo precoce dello sviluppo. Le difficoltà non sono attribuibili a condizioni congenite o acquisite o ad altre condizioni mediche o neurologiche (DSM-5-TR) (APA, 2022). Di fatto, quindi, quando si parla di difficoltà a livello fonetico-fonologico ci si riferisce sia alla capacità di coordinare la respirazione e la fonazione con i movimenti degli organi articolatori del linguaggio (mandibola, lingua e labbra), sia alla conoscenza e alla rappresentazione fonologica. Il Disturbo Fonetico-Fonologico (DFF), è un insieme eterogeneo di diversi quadri clinici. Questo raggruppamento, a livello clinico include sia il Disturbo Fonologico (DF) sia la Disprassia Verbale Evolutiva (DVE).

La Balbuzie Evolutiva (BE), o disturbo della fluenza, è un disturbo della comunicazione di carattere multifattoriale che insorge nell'età dello sviluppo e che altera il flusso nella produzione dei suoni del linguaggio. La BE è caratterizzata da: a) ripetizioni o prolungamenti nella produzione di vocali, consonanti o sillabe; b) pause all'interno della produzione delle parole; c) blocchi nel flusso delle parole; d) utilizzo di circonlocuzioni; e) eccessiva tensione fisica nella produzione di parole. La balbuzie causa ansia nel parlare e limitazioni nella comunicazione, nella partecipazione sociale, nelle performance scolastiche o lavorative. Non è dovuta a deficit sensoriali, malattie neurologiche o mentali acquisite che alterino il flusso dell'eloquio (DSM-5-TR) (APA, 2022).

Infine, il Disturbo della Comunicazione Sociale Pragmatica (DCSP) è caratterizzato da persistenti difficoltà nell'uso sociale della comunicazione verbale e non verbale, in assenza di interessi e comportamenti ristretti e ripetitivi. I criteri di diagnosi del DCSP specificano la necessaria presenza di quattro sintomi relativi ad una difficoltà primaria e persistente nell'uso sociale della comunicazione e del linguaggio: deficit nel comprendere e seguire le regole sociali della comunicazione verbale e non verbale in contesti naturalistici, ovvero l'uso della comunicazione per scopi sociali; difficoltà nel modificare lo stile comunicativo in funzione del contesto o delle esigenze dell'interlocutore; difficoltà nel seguire le regole della conversazione e della narrazione; difficoltà nel comprendere quanto non viene dichiarato esplicitamente e formulato in modo non-letterale o ambiguo. Devono essere escluse condizioni mediche e neurologiche specifiche, basse abilità nel dominio strutturale del linguaggio (fonologia e sintassi), disturbo dello spettro autistico (*Autism Spectrum Disorder*, ASD) e disabilità intellettiva.

Grazie alla rapida evoluzione tecnologica che ha caratterizzato l'ultimo ventennio, i servizi di riabilitazione a distanza sono andati progressivamente arricchendosi e differenziandosi guadagnando uno spazio di rilievo nell'ambito di interesse in ragione delle possibilità offerte in termini di equità di accesso alle cure. Law *et al.* (2021) hanno condotto una *rapid review* degli studi sull'applicabilità degli interventi in teleriabilitazione per bambini e adolescenti con disturbi della comunicazione secondo l'applicazione del modello COM-B (*Capability, Opportunity, Motivation – Behaviour*) (Michie *et al.*, 2011). Gli autori e le autrici propongono criteri per la pratica logopedica *evidence-based* che, in una fase di transizione dalla modalità esclusiva di trattamento in presenza, verso altri possibili modelli di erogazione, tenga conto dell'intero percorso di presa in carico nell'ambito della teleriabilitazione in modalità sincrona. Tali indicazioni sono da considerarsi indipendenti dal programma di trattamento e dalla condizione clinica del destinatario.

Il trattamento riabilitativo da remoto deve essere erogato solo successivamente all'inquadramento diagnostico del disturbo. L'eleggibilità al trattamento non può prescindere dalla valutazione del profilo di funzionamento del bambino/adolescente, dall'età e dalla disponibilità del *caregiver*. In diversi studi, fra i fattori di inclusione, viene riportato il

superamento di un periodo di formazione da parte dei *caregiver* (Gabel *et al.*, 2013; Lee, 2018) prima dell'attivazione del trattamento. Il trattamento dei disturbi della comunicazione coinvolge, infine, anche l'ambiente di vita dell'utente. Pertanto, è necessario che i genitori siano disponibili a partecipare in modo attivo a sessioni di terapia finalizzate ad attività di informazione del contesto familiare. Sulla base della letteratura, alcuni dei criteri che possono rappresentare un impedimento a erogare un trattamento in teleriabilitazione potrebbero essere una comprensione e conoscenza della lingua italiana inferiore al Livello B2 qualora non sia possibile attivare un mediatore culturale, età inferiore ai 48 mesi per attività di trattamento sincrono diretto al bambino, comorbidità per disturbo da deficit di attenzione/iperattività (*Attention Deficit Hyperactivity Disorder*, ADHD) e/o difficoltà/ disturbi della regolazione e limitazioni funzionali quali difficoltà di attenzione sostenuta e memoria di lavoro.

Il presente studio ha lo scopo di raccogliere le evidenze internazionali e nazionali sulla teleriabilitazione in bambini, bambine e adolescenti con disturbi della comunicazione al fine di descriverne l'applicabilità nel contesto italiano.

## Materiali e metodi

### Strategia di ricerca degli studi

La strategia di ricerca è stata condotta separatamente per ciascuna tipologia di disturbo. Sono state utilizzate *keyword* specifiche per ogni popolazione e *keyword* condivise tra tutti i disturbi per l'intervento in teleriabilitazione. La strategia di ricerca è stata sviluppata utilizzando i termini MeSH (*Medical Subject Headings*) e adattata per MEDLINE (PubMed) e Scopus. Non sono stati applicati limiti temporali o di lingua. La ricerca è stata lanciata il 19/04/2024.

La strategia di ricerca utilizzata per il disturbo del linguaggio in PubMed ha compreso i seguenti termini:

("Language Development Disorders"[MeSH] OR "Language Disorders"[MeSH] OR "Specific Language Disorder"[MeSH] OR "developmental language disorder\*" [All Fields] OR DLD[tiab] OR "language development disorder\*" [All Fields] OR "language impairment" [All Fields] OR (receptive[tiab] AND expressive[tiab]) AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Telerehabilitation"[MeSH] OR "Telemedicine"[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR "Tele-rehabilitation" OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR "technology"[MeSH] OR "Videoconferencing"[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR "software"[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR "m-health" OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR "robotics"[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR "web-based" OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR "Tele-intervention\*" OR "Tele-education" OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR "web-deliver\*" OR "web conferenc\*" OR iChat\*)

Per il disturbo del linguaggio in Scopus ha compreso i seguenti termini:

("Language Development Disorders" OR "Language Disorders" OR "Specific Language Disorder" OR "developmental language disorder\*" OR DLD OR "language development

disorder\*" OR "language impairment" OR (receptive AND expressive) AND (Child OR Adolescent) AND (Telerehabilitation OR Telemedicine OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications" OR eHealth OR technology OR Videoconferencing OR videoconf\* OR "augmented reality" OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR software OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR m-health OR "mobile tech\*" OR "Video Games" OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality" OR robotics OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR web-based OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR web-deliver\* OR "web conferenc\*" OR iChat\*)

Per il disturbo fonetico-fonologico in PubMed ha compreso i seguenti termini:

("Speech"[MeSH] OR "Speech Sound Disorder"[MeSH] OR "speech impairment\*" OR "Articulation Disorders"[MeSH] OR "phonological impairment\*" "Speech OR "speech impairment"[All Field Disorders][MeSH] OR dysarthria[tw]) AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Telerehabilitation"[MeSH] OR "Telemedicine"[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR "Tele-rehabilitation" OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR "technology"[MeSH] OR "Videoconferencing"[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR "software"[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR "m-health" OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR "robotics"[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR "web-based" OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR "Tele-intervention\*" OR "Tele-education" OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR "web-deliver\*" OR "web conferenc\*" OR iChat\*)

Per il disturbo fonetico-fonologico in Scopus ha compreso i seguenti termini:

(Speech OR "Speech Sound Disorder" OR "speech impairment\*" OR "Articulation Disorders" OR "phonological impairment\*" "Speech" OR "speech impairment[All Field Disorders]" OR dysarthria) AND (Child OR Adolescent) AND (Telerehabilitation OR Telemedicine OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications" OR eHealth OR technology OR Videoconferencing OR videoconf\* OR "augmented reality" OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR software OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR "m-health" OR "mobile tech\*" OR "Video Games" OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality" OR robotics OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR web-based OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR web-deliver\* OR "web conferenc\*" OR iChat\*)

Per il disturbo della fluenza in PubMed ha compreso i seguenti termini:

("Stuttering"[MeSH] OR cluttering OR "fluency disorder\*" OR Disfluency) AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Telerehabilitation"[MeSH] OR "Telemedicine"[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR "Tele-rehabilitation" OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR "technology"[MeSH] OR "Videoconferencing"[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR "software"[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR "m-health" OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR "robotics"[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR "web-based" OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR "Tele-intervention\*" OR "Tele-education" OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR "web-deliver\*" OR "web conferenc\*" OR iChat\*)

Per il disturbo della fluenza in Scopus ha compreso i seguenti termini:

(Stuttering OR cluttering OR "fluency disorder\*" OR Disfluency) AND (Child OR Adolescent) AND (Telerehabilitation OR Telemedicine OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR "Tele-rehabilitation" OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications" OR eHealth OR technology OR Videoconferencing OR videoconf\* OR "augmented reality" OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR software OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR m-health OR "mobile tech\*" OR "Video Games" OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality" OR robotics OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR web-based OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR "Tele-intervention\*" OR "Tele-education" OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR web-deliver\* OR "web conferenc\*" OR iChat\*)

Per il disturbo pragmatico del linguaggio in PubMed ha compreso i seguenti termini:

(Communication Disorders"[MeSH] OR "pragmatic language disorder\*" OR "pragmatic disorder\*" OR "communication disorder\*") AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Telerehabilitation"[MeSH] OR "Telemedicine"[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR "Tele-rehabilitation" OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR "technology"[MeSH] OR "Videoconferencing"[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR "software"[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR "m-health" OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR "robotics"[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR "web-based" OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR "Tele-intervention\*" OR "Tele-education" OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\*

OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR “web portal\*”  
OR “web-deliver\*” OR “web conferenc\*” OR iChat\*)

Per il disturbo pragmatico del linguaggio in Scopus ha compreso i seguenti termini:

(“Communication Disorders” OR “pragmatic language disorder\*” OR “pragmatic disorder\*” OR “communication disorder\*”) AND (Child OR Adolescent) AND (Telerehabilitation OR Telemedicine OR telerehabilitat\* OR “tele rehabilitation” OR Tele-rehabilitation OR “tele health” OR telehealth OR “remote consultation” OR Telepatholog\* OR “Mobile Applications” OR eHealth OR technology OR Videoconferencing OR videoconf\* OR “augmented reality” OR “interactive multimedia” OR “interactive software” OR “digital media” OR software OR “interactive technolog\*” OR “mHealth technolog\*” OR mHealth OR m-health OR “mobile tech\*” OR “Video Games” OR “real-time monitoring device” OR “Virtual Reality” OR robotics OR Internet OR telephone OR “mobile health” OR web-based OR “online services” OR Online OR “Remote Consultation\*” OR “Patient portal\*” OR “Computer-Assisted Instruction” OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR “web portal\*” OR web-deliver\* OR “web conferenc\*” OR iChat\*)

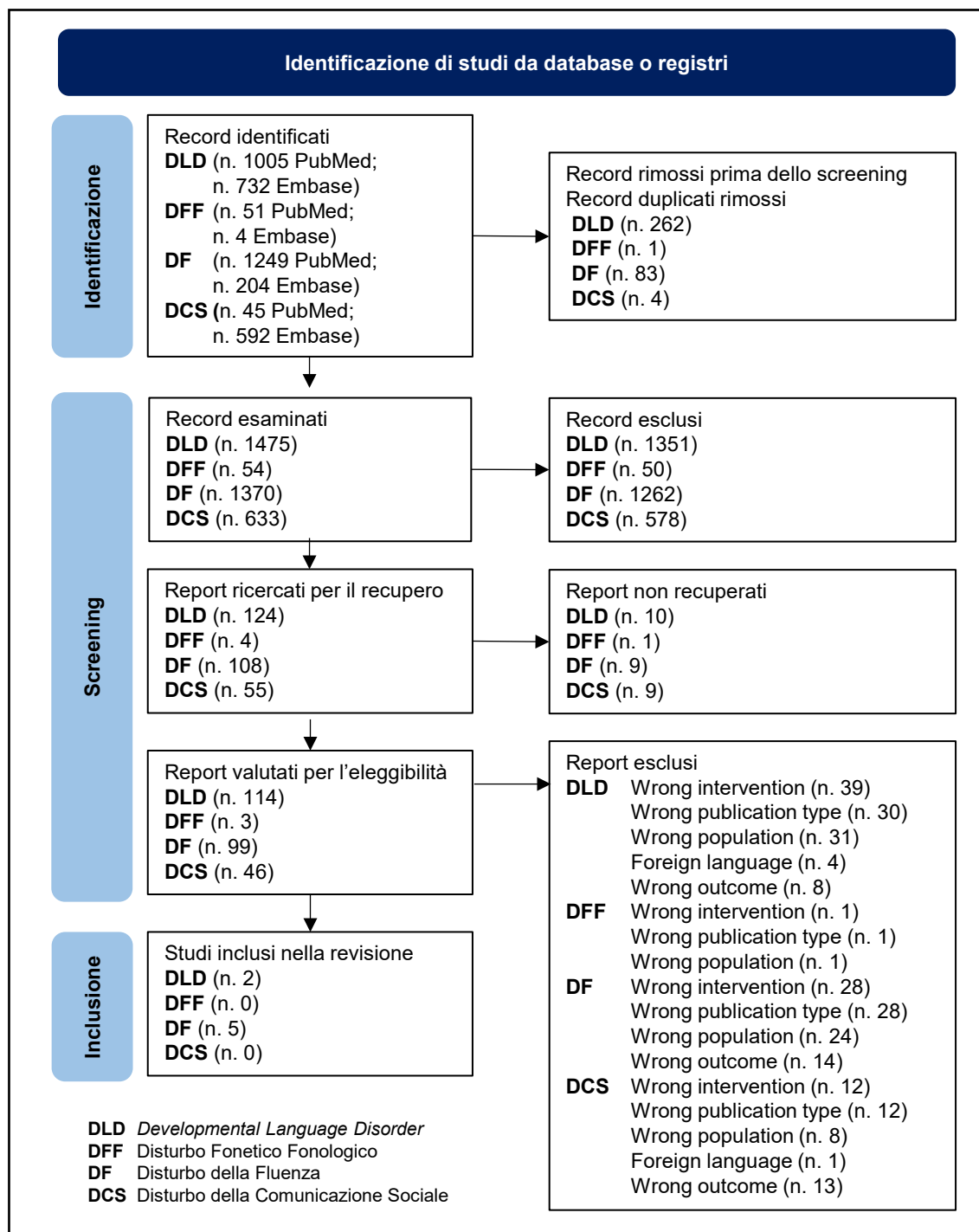
Sono state inoltre implementate strategie di *hand-search* allo scopo di individuare eventuali pubblicazioni di interesse, non intercettate interrogando i database elettronici. In particolare, le revisioni sistematiche sono state utilizzate per reperire ulteriori studi oltre a quelli intercettati tramite la ricerca sistematica.

## Processo di selezione degli studi

Il processo di selezione degli studi è stato condotto separatamente per i quattro disturbi. La Figura 1 riporta il diagramma di flusso del processo di selezione degli studi (Page *et al.*, 2021).

Dopo la ricerca bibliografica, tutte le citazioni identificate sono state caricate nell'applicazione web di revisione sistematica Rayyan messa a punto dal Qatar Computing Research Institute (QCRI) (Ouzzani *et al.* 2016) e i duplicati sono stati rimossi. Sono stati inclusi studi randomizzati controllati e di coorte, mentre sono stati esclusi commenti, opinioni, editoriali e studi che non riportavano una sintesi quantitativa dell'associazione tra intervento e misure di esito. Sono stati esclusi quegli studi in cui la popolazione riportava soggetti con disabilità intellettiva, sordità, ASD, sindromi genetiche (es. sindrome di Down, sindrome di Klinefelter), deficit neurologici, disturbi di origine traumatica e lesioni cerebrali.

I titoli e gli abstract degli studi individuati interrogando i database elettronici sono stati vagliati da due o più revisori indipendenti e i duplicati sono stati rimossi. Per alcuni studi non è stato possibile reperire il testo completo, anche dopo aver contattato gli autori e le autrici dei lavori. Il testo completo degli studi è stato poi valutato rispetto ai criteri di inclusione ed esclusione da due o più revisori indipendenti.



**Figura 1. Disturbi della comunicazione: flowchart del processo di selezione degli studi, dalla creazione dei database ad aprile 2024**

Per quanto riguarda il disturbo di linguaggio, sono stati inclusi due studi (Carson, 2020; Yi *et al.*, 2022) e tramite *hand search* è stato incluso uno studio (McLeod *et al.*, 2020); per il disturbo fonetico-fonologico, la ricerca sistematica non ha portato all'inclusione di alcuno studio, tuttavia,

la ricerca tramite *hand search* ha intercettato uno studio includibile (McLeod *et al.*, 2023). Per il disturbo della fluenza, sono risultati inclusi cinque studi (Bridgman *et al.*, 2016; Ferdinands & Bridgman, 2019; Gunn *et al.*, 2019; Johnson *et al.*, 2024; Lewis *et al.*, 2008;) e per il disturbo della comunicazione sociale (pragmatica), la ricerca sistematica non ha prodotto alcuno studio includibile.

## Risultati

### Disturbo del linguaggio

Lo studio di Carson (2020) ha incluso 24 bambini di 4 anni con DLD (*Developmental Language Disorder*), identificati tramite valutazioni iniziali del linguaggio. L'intervento prevedeva l'utilizzo di tre App di "Reading Doctor" per migliorare la consapevolezza fonemica, il riconoscimento dei suoni delle lettere e la capacità di decodifica precoce. I bambini del gruppo sperimentale hanno usato le App due volte a settimana per otto settimane, mentre il gruppo di controllo ha seguito il programma scolastico standard. I risultati hanno mostrato un potenziamento dei prerequisiti della lingua scritta, aumentando la consapevolezza fonologica.

Lo studio di Yi *et al.* (2022) includeva 162 bambini con DLD, divisi in due gruppi: 84 bambini hanno partecipato alla riabilitazione remota basata su *cloud* tramite la piattaforma *JingYun Rehab* sia per le competenze linguistiche sia per alcune funzioni cognitive, mentre 78 bambini hanno seguito la riabilitazione tradizionale a casa. L'intervento prevedeva tre mesi di riabilitazione durante i quali il gruppo remoto seguiva sessioni di riabilitazione linguistica, *mnemonica* e cognitiva tramite la piattaforma, con un monitoraggio continuo da parte dei terapisti. Nelle valutazioni post trattamento i bambini nel gruppo di riabilitazione *cloud-based* hanno ottenuto risultati significativamente migliori nelle competenze linguistiche (vocabolario espressivo) e in alcuni compiti cognitivi (memoria).

Lo studio di McLeod *et al.* (2020) ha coinvolto 101 bambini di età compresa tra i 3 e i 6 anni con difficoltà nel linguaggio e nella fonazione. I partecipanti, alcuni dei quali provenienti da comunità aborigene o delle isole Torres Strait, erano stati inseriti in liste d'attesa per un intervento logopedico. I bambini sono stati randomizzati in tre gruppi per ricevere differenti tipi di intervento: il primo gruppo ha partecipato a 12 sessioni individuali di terapia logopedica diretta; il secondo ha avuto un incontro di persona con i genitori per fornire loro consigli su come supportare lo sviluppo linguistico a casa; il terzo ha avuto accesso a un sito web dedicato con risorse per migliorare il linguaggio e la fonazione. I risultati hanno dimostrato che il gruppo che ha ricevuto la terapia logopedica diretta ha mostrato miglioramenti significativi nelle capacità linguistiche rispetto agli altri due gruppi. Tuttavia, non sono state osservate differenze significative tra i gruppi in termini di comprensibilità del linguaggio, capacità di alfabetizzazione precoce o percezione del supporto fornito ai genitori.

### Disturbo fonetico-fonologico

McLeod *et al.* (2023) hanno analizzato l'efficacia e la modalità di utilizzo di un videogioco, *SayBananas!*, che offriva ai bambini l'accesso a una terapia logopedica individualizzata e intensiva, finalizzata a migliorare l'intelligibilità di 45 bambini con DFF di età compresa tra 4,4 e 12 anni. La maggior parte dei partecipanti ha mostrato un alto livello di partecipazione e, nelle valutazioni post-intervento dopo 4 settimane di utilizzo del gioco in maniera sistematica (100 prove pratiche al giorno), ha ottenuto significativi miglioramenti sulle parole trattate e sulla

percentuale di consonanti e vocali corrette. Il numero di sessioni è risultato significativamente correlato alla percentuale di cambiamento sulle parole trattate.

## **Disturbo della fluenza**

In età prescolare, Lewis *et al.* (2008) hanno reclutato circa 20 bambini, offrendogli un trattamento logopedico a distanza. Il trattamento è stato condotto in modalità asincrona, attraverso sessioni telefoniche o registrazioni audio-video, per un periodo di circa 9 mesi con valutazioni di follow-up a distanza di 12-18 mesi, mentre il gruppo di controllo non effettuava nessun trattamento. Il trattamento del Programma Lidcombe (Jones *et al.*, 2005) in teleriabilitazione riduceva la balbuzie del 73%, ma richiedeva circa tre volte più risorse rispetto al trattamento tradizionale. Complessivamente, i genitori hanno riportato una generale soddisfazione.

Bridgman *et al.* (2016) hanno valutato l'efficacia della somministrazione online, sia in modalità sincrona che asincrona, del trattamento Lidcombe su un campione di 49 bambini di età compresa tra 3 e 5 anni, coinvolgendo logopedisti esperti e genitori. Il gruppo di controllo ha ricevuto il trattamento in presenza. I risultati hanno mostrato una riduzione simile nella percentuale di sillabe balbettate tra i gruppi trattati a distanza e quelli trattati in presenza, con un alto livello di soddisfazione da parte dei genitori per il trattamento erogato da remoto.

Ferdinands e Bridgman (2019) hanno esplorato la relazione tra la soddisfazione dei genitori e il miglioramento della fluenza nei bambini sottoposti al trattamento Lidcombe. Lo studio ha coinvolto 49 bambini di età compresa tra 3 e 5 anni, suddivisi in due gruppi: uno trattato in clinica e l'altro tramite teleriabilitazione (videochiamata). Le valutazioni sono state condotte prima del trattamento e a 9 e 18 mesi dal suo inizio. I risultati hanno indicato un buon livello di soddisfazione tra i genitori del gruppo trattato a distanza, paragonabile a quello dei genitori del gruppo trattato in presenza. Tuttavia, questa soddisfazione è risultata direttamente proporzionale al grado di miglioramento della fluenza raggiunto dai bambini.

In età scolare, Gunn *et al.* (2019) hanno valutato 29 adolescenti tra i 12 e i 17 anni riguardo all'efficacia di un trattamento cognitivo-comportamentale somministrato via Internet per l'ansia associata alla balbuzie. I risultati indicavano un buon livello di aderenza al trattamento e riduzione del numero di diagnosi di disturbi mentali, diminuzione dei punteggi sulla *Unhelpful Thoughts and Beliefs About Stuttering Scale* (Iverach *et al.*, 2011; St Clare *et al.*, 2009), riduzione dello stress percepito e aumento della soddisfazione dei genitori.

Johnson *et al.* (2024) hanno esaminato l'efficacia di un intervento in teleriabilitazione basato sul trattamento Lidcombe, somministrato con il supporto dei genitori, su 37 bambini di età compresa tra 6 e 12 anni. La severità della balbuzie è stata valutata prima dell'intervento, e a 6 e 12 mesi dal suo avvio. I risultati hanno evidenziato una buona efficacia di questa modalità di trattamento a distanza per un terzo dei bambini coinvolti nello studio.

## **Disturbo della comunicazione sociale (pragmatica)**

La ricerca sistematica non ha portato all'identificazione di studi che soddisfacessero i criteri di inclusione stabiliti. Tuttavia, nella sezione Discussione verranno presentati alcuni studi che, pur non rispettando pienamente i requisiti di inclusione, offrono esperienze rilevanti nel campo della teleriabilitazione.

## Discussione

### Disturbo del linguaggio

I tre studi inclusi nella revisione sistematica mostrano che l'uso della tecnologia può migliorare le competenze linguistiche nei bambini con DLD. Nello studio di Carson (2020), l'uso di App educative per otto settimane ha migliorato le competenze di pre-lettura nei bambini attraverso un *training* meta-fonologico. Nello studio di Yi *et al.* (2022), la riabilitazione basata su cloud per tre mesi ha portato a miglioramenti significativi sia nel vocabolario espressivo che nella memoria. Nello studio di McLeod *et al.* (2020) si evidenzia che, nonostante i miglioramenti maggiori siano stati riscontrati nel gruppo che ha ricevuto terapia logopedica diretta, l'accesso ad un sito web specificatamente dedicato ai disturbi di linguaggio può rappresentare un'alternativa per quei bambini che si trovano in lista d'attesa. Gli studi evidenziano che l'intervento tecnologico può potenziare le abilità linguistiche e cognitive.

Una revisione sistematica condotta da Rinaldi *et al.* (2021) ha esaminato l'efficacia dei trattamenti per il disturbo primario del linguaggio, indipendentemente dalla modalità di erogazione, evidenziando risultati significativi in bambini di tre e quattro anni. I risultati di questa revisione indicano che gli interventi intensivi e precoci possono portare a miglioramenti stabili a medio termine nelle capacità espressive e ricettive fonologiche (Allen 2013; Diaz-Williams, 2013; Jesus *et al.*, 2019; Lousada *et al.*, 2013; Wren & Roulstone, 2008). Tuttavia, le prove di efficacia per il trattamento del vocabolario espressivo risultano ancora limitate e non vi sono evidenze disponibili per il vocabolario ricettivo (Smeets & Bus, 2012). Sebbene gli studi considerati suggeriscano che il trattamento possa produrre effetti significativi sulle capacità morfologiche e sintattiche espressive, la letteratura inerente agli effetti sulle competenze ricettive è estremamente limitata. Solo uno studio (Dawes *et al.*, 2019) ha riportato un effetto positivo sulle abilità narrative inferenziali e le prove di efficacia per la promozione delle competenze metafonologiche necessitano di essere consolidate (Hesketh *et al.*, 2007; Hund-Reid & Schneir, 2013). Wales *et al.* (2017) hanno condotto una revisione sistematica per valutare l'efficacia degli interventi logopedici erogati a distanza rispetto a quelli in presenza per i bambini in età scolare con difficoltà di linguaggio. Pur riconoscendo che le ricerche disponibili sono limitate e di qualità variabile, i risultati indicano che la teleriabilitazione rappresenta una metodologia promettente, particolarmente utile per i bambini che vivono in aree geograficamente remote. Tuttavia, come per i trattamenti in presenza, l'efficacia sembra dipendere dall'intensità del trattamento proposto (Maaß *et al.*, 2024).

Altri studi, sebbene non soddisfino completamente i criteri di inclusione di questa revisione sistematica, hanno comunque esplorato l'efficacia della teleriabilitazione. Questi studi forniscono dati interessanti sull'applicazione della teleriabilitazione contribuendo a evidenziare il suo potenziale per migliorare l'accesso ai trattamenti e ridurre le barriere geografiche, specialmente nei contesti in cui l'intervento in presenza può essere difficile da attuare. Alcuni studi recenti hanno esplorato l'uso di App e piattaforme di teleriabilitazione per il potenziamento delle funzioni esecutive, delle abilità cognitive e del vocabolario espressivo, mostrando risultati incoraggianti (Allamandri *et al.*, 2021; Capodieci *et al.*, 2022; McLeod *et al.*, 2023; Parnandi *et al.*, 2015; Thomas *et al.*, 2016; Yi *et al.*, 2022). Tali strumenti, che spesso includono componenti asincrone, permettono al terapeuta di personalizzare il programma di trattamento e di monitorare i progressi dell'utente, una caratteristica fondamentale per la teleriabilitazione. Uno studio di Capodieci *et al.* (2022) ha esaminato l'efficacia di un programma di teleriabilitazione per il trattamento delle funzioni esecutive basato sul modello di Diamond. Questo programma, caratterizzato da auto-adattività, ha mostrato cambiamenti significativi nelle abilità di accesso lessicale rapido, memoria di lavoro verbale e controllo inibitorio.

## Disturbo fonetico fonologico

L'unico studio incluso nella revisione sistematica per il disturbo fonetico fonologico è lo studio di McLeod *et al.* (2023) che ha analizzato l'efficacia e la modalità di utilizzo di un videogioco, "SayBananas!", che ha ottenuto miglioramenti sulle parole trattate e sulla percentuale di consonanti e vocali corrette.

Diversi studi individuati con la modalità *hand search* hanno confrontato l'efficacia della terapia in presenza con quella da remoto. Per esempio, la revisione di Rudolph e Rudolph (2015) ha analizzato sei studi, tra cui quello di Gabel *et al.* (2013), che ha coinvolto 71 bambini con disturbi del linguaggio e dello *speech*. In questo studio, il 70% dei partecipanti ha mostrato miglioramenti significativi in termini di intelligibilità e produzione dei suoni. Anche la revisione di Wales *et al.* (2017), che ha valutato bambini tra i 4 e i 12 anni, suggerisce un potenziale utilizzo della teleriabilitazione nell'intervento su difficoltà legate allo *speech* piuttosto che al linguaggio. I risultati, sebbene limitati, suggeriscono che la terapia da remoto possa essere un'alternativa valida per bambini in aree difficilmente accessibili. In questa prospettiva, va segnalato che la revisione di Thao e Lee (2022) non ha rilevato differenze significative nell'efficacia del trattamento dei disturbi fonologici specifici (DFF) erogato da remoto rispetto a quello tradizionale in presenza del trattamento finalizzato alla stabilizzazione di specifici fonemi, sia come suono isolato che nel contesto di parole o frasi. L'intensità ottimale del trattamento rimane comunque una questione aperta. Inoltre, nel caso di disturbi fonetico-fonologici, anche nel caso di quadri poco complessi, è cruciale garantire che il bambino riceva stimoli acustici in un ambiente privo di distorsioni sonore e distrazioni, per favorire il *training* uditivo-percettivo. Questa attenzione è essenziale per massimizzare l'efficacia del trattamento.

Alcuni autori e le autrici (Attwell *et al.*, 2023; Furlong *et al.*, 2018; McLeod *et al.*, 2023) hanno valutato la qualità e l'efficacia delle App utilizzate per il trattamento dei disturbi fonologici specifici (DFF), oltre all'architettura e alle caratteristiche dei sistemi di terapia logopedica online. Sebbene esistano molte App disponibili sul mercato, la maggior parte è di bassa qualità, e i consumatori rischiano spesso di acquistare prodotti con limitato valore terapeutico. Gli autori e autrici sottolineano che l'implementazione di terapie tramite servizi online richiede ulteriori studi e rappresenta una sfida per il futuro. Tuttavia, i sistemi di terapia logopedica online (OSTS) potrebbero offrire una soluzione valida per la programmazione e la gestione della terapia.

Per quanto riguarda il trattamento della DVE, non ci sono evidenze consolidate che permettano di concludere con certezza che la terapia svolta da remoto abbia la stessa efficacia di quella in presenza. Gli studi esaminati non propongono adattamenti specifici in lingua italiana dei metodi di trattamento della DVE. Inoltre, i principali approcci terapeutici utilizzati per la DVE in ambito clinico si basano su input tattili, gestuali e multisensoriali per supportare i movimenti oro-motori del bambino. Questi metodi potrebbero non essere facilmente applicabili da remoto, come osservato da Bortone *et al.* (2018), poiché la mancanza di feedback immediato audio-visivo (come "*ascoltami, guardami, fai quello che faccio io*") potrebbe rendere le sessioni frustranti e meno efficaci.

Infine, Jesus *et al.* (2019) hanno confrontato l'efficacia della terapia fonologica erogata attraverso attività tradizionali e attività su tablet. Il programma terapeutico includeva esercizi di allenamento uditivo-percettivo, discriminazione, consapevolezza metafonologica e transcodifica grafema-fonema e viceversa. I risultati hanno dimostrato che la terapia è altrettanto efficace quando svolta tramite attività computerizzate rispetto a quelle tradizionali su supporto cartaceo.

In sintesi, la terapia logopedica *computer-based* (*Computer Based Speech Therapy*, CBST), ovvero l'utilizzo di software o App, rappresenta una risorsa di interesse nell'implementazione di interventi in TR, potendo costituire un tool sia per programmi in teleriabilitazione sincrona,

attraverso l'impiego di strategie di screen sharing, sia per trattamenti in teleriabilitazione asincrona.

## Disturbo della fluenza

Vari studi hanno esplorato l'efficacia del programma Lidcombe (Packman *et al.*, 2015) in modalità online, comparandolo con trattamento in presenza o con non trattamento. Dallo studio di Bridgman *et al.* (2016) è emerso che il trattamento in teleriabilitazione è comparabile con quello in presenza, non essendoci differenze significative negli *outcome* dei due gruppi. Lo studio permette di suggerire, inoltre, che il trattamento online appare vantaggioso anche in termini di contenimento dei costi e tempo da dedicare al trattamento, nonché in termini di soddisfazione dei genitori. Quest'ultimo fattore è stato indagato anche da Ferdinands e Bridgman (2019) in uno studio in cui è stato applicato il metodo Lidcombe in modalità TR, e in questo la soddisfazione dei genitori è stata direttamente proporzionale al miglioramento delle balbuzie.

In ulteriori studi l'applicazione del metodo Lidcombe appare fruibile tramite programmi online, anche tramite il *training* dei genitori svolto in modalità TR, sia per famiglie con bambini prescolari che scolari (Johnson *et al.*, 2024; Lewis *et al.*, 2008). La letteratura internazionale sull'efficacia dei trattamenti online per le persone che balbettano si riferisce quindi principalmente a trattamenti strutturati e manualizzati che supportano il logopedista nello svolgimento della terapia. Considerando che i programmi utilizzati negli studi internazionali non sono né adattati né realmente utilizzati in Italia, è necessario mantenere cautela nelle considerazioni conclusive e valutare se gli strumenti attualmente utilizzati nel contesto italiano possano essere utilizzati efficacemente anche attraverso la teleriabilitazione. A questo proposito è possibile considerare che tutti gli strumenti previsti dai trattamenti indiretti (che coinvolgono i genitori come mediatori del trattamento) potrebbero essere spendibili nella terapia online, perché il genitore adulto e collaborante potrebbe ricevere gli strumenti da utilizzare con il bambino nel colloquio online.

Nella fascia d'età prescolare numerose pubblicazioni propongono il lavoro con i genitori e l'ambiente come fondamentale e prioritario per gli obiettivi da raggiungere (Lowe *et al.*, 2021). Per quanto riguarda i trattamenti diretti o integrati, è necessario valutare il livello di attenzione e la possibilità di adattare i tempi della seduta da remoto e gli strumenti attraverso la mediazione del *caregiver*. In tal senso, le sedute in presenza potrebbero servire a stabilizzare un modello di interazione e comunicazione che può essere poi riproposto online e successivamente rivalutato in presenza.

Per le fasce di età scolare e adolescenziale tutte le tecnologie utilizzate per la terapia sono facilmente adattabili alla teleriabilitazione. Ad esempio, gli obiettivi per la riduzione della sensibilità sono principalmente legati alla conoscenza del disturbo e possono essere perseguibili attraverso colloqui che utilizzano diverse strategie cognitive comportamentali e quindi proponibili anche nella modalità online. Sono anche utilizzabili gli strumenti per la terapia basata sull'esposizione, che negli ultimi anni si è avvalsa di App e tecnologie gradite in età evolutiva. Sono utilizzabili collegamenti con coetanei e adulti per applicare le *transfer activities* e la generalizzazione degli obiettivi. In particolare, con gli adolescenti possono essere adoperati strumenti con la realtà virtuale che, in letteratura, hanno riportato promettenti risultati nelle terapie con gli adulti (Brundage *et al.*, 2016), oppure possono essere utilizzati programmi che prevedono feedback a distanza sul miglioramento dell'eloquio (Carey *et al.*, 2014). Lo studio di Gunn *et al.* (2019) riporta i dati circa l'efficacia di un trattamento online per l'ansia connessa alla balbuzie. Da questo studio emerge che il trattamento "iBroadway", costruito sulla traccia del programma per adulti e sulla base di costrutti cognitivo comportamentali, è fruibile anche da adolescenti. Il

programma è stato somministrato via internet e i risultati mostrano che la compliance dei ragazzi è stata molto alta con una diminuzione dell'ansia e dello stress connessi alla conversazione orale.

Gli obiettivi che riguardano la modifica delle disfluenze o il modellamento/modifica della fluenza necessitano di strumenti che sollecitano la produzione verbale del bambino nelle diverse forme: lettura, racconto e scambio dialogico. Tutti gli strumenti appaiono utilizzabili, grazie alla possibilità di condivisione dei documenti, attraverso invio telematico o la condivisione dello schermo. Le prestazioni dell'utente possono essere facilmente videoregistrate e condivise per favorire l'autovalutazione. Queste attività riconducibili al *coaching* e *micro-coaching* possono essere estese a piccoli gruppi anche nella teleriabilitazione.

Il lavoro sulla modifica dell'ambiente (scuola, famiglia, gruppo dei pari) e della reazione dell'ambiente alla balbuzie del bambino può essere svolto ugualmente in TR, attraverso colloqui online informativi e di confronto sia sulle caratteristiche e sulle dinamiche dell'ambiente, sia sulle strategie funzionali alla riduzione della sensibilità (paura/ansia) alle situazioni di verbalizzazione.

Infine, potrebbero essere di agevole trasposizione al contesto di teleriabilitazione strumenti non informatici (di prassi utilizzati negli interventi in presenza, riconducibili ad attività che l'utente, autonomamente o con il supporto del genitore/*caregiver*, svolge in modalità asincrona rispetto alla seduta con il clinico), come il "diario di terapia", particolarmente utile per i ragazzi d'età scolare, in cui scrivere, insieme al clinico una serie di attività di verbalizzazione da svolgere all'esterno del *setting* di terapia (es. entrare in un negozio e fare delle richieste ad un commesso; presentarsi a una nuova persona) e di cui tenere traccia; il "termometro delle emozioni", da costruire con i genitori, per favorire l'identificazione e la regolazione delle emozioni, da adoperare in determinati momenti della giornata; attività di *problem solving*, ovvero definizione insieme ai genitori di piccole situazioni "critiche" in cui il bambino sia coinvolto in modo attivo nel trovare possibili soluzioni.

Gli indicatori per l'efficacia del trattamento a distanza, sono gli stessi che in presenza, ovvero una riduzione e una migliore gestione degli aspetti *overt* (frequenza, durata e tipologia delle disfluenze, presenza e quantità di concomitanti fisici) e una riduzione dell'impatto della balbuzie sulla qualità della vita dell'utente, anche attraverso una modificazione positiva dell'ambiente circostante. Inoltre, gli aspetti legati alla misurazione delle disfluenze vengono valutati analizzando campioni di verbalizzazione registrati, facilmente ottenibili anche in teleriabilitazione.

Per gli aspetti legati all'impatto della balbuzie sul comportamento della persona hanno particolare rilevanza l'autovalutazione e l'autopercezione delle disfluenze e dell'effetto che queste hanno sulla qualità della comunicazione (Yaruss & Quesal, 2006). La valutazione funzionale della balbuzie prevede l'utilizzo di questionari di autovalutazione che si occupano di indagare il vissuto riguardo la balbuzie in relazione al livello di informazioni sulla balbuzie che può essere trasferita alla modalità da remoto rispettando le regole per il trasferimento dei protocolli. Va segnalato che anche nell'uso tradizionale, questi questionari di autovalutazione diretti ai bambini in alcuni casi devono essere somministrati con il supporto del logopedista o del *caregiver* appositamente formato. Gli aspetti legati alla misurazione delle disfluenze vengono valutati analizzando campioni di verbalizzazione registrati, facilmente ottenibili anche in teleriabilitazione. Anche per i bambini di età prescolare è necessario determinare la presenza di un'attitudine negativa o/e di atteggiamenti di evitamento verbale (Vanryckeghem & Brutten, 1997). Per la rilevazione della reazione alla balbuzie si prevede l'allestimento di alcune attività strutturate (vedi le linee guida cliniche sulla balbuzie nei bambini, adolescenti e adulti di Pertijs *et al.*, 2014) che potrebbero essere difficilmente riproducibili in teleriabilitazione. Pertanto, è auspicabile l'uso di schede di osservazione della presenza di reazioni negative alla balbuzie che richiedono semplici indicazioni ai genitori e prevedono giochi strutturati e attività dialogiche. Queste procedure di osservazione richiedono spesso l'osservazione di video per la compilazione

delle schede; quindi, si adattano facilmente alla modalità in teleriabilitazione. Nel corpo di letteratura esaminata, non sono stati rilevati studi in cui veniva osservato o ipotizzato che lo svolgimento da remoto del monitoraggio della terapia potesse essere meno efficace della stessa procedura utilizzata in presenza.

Molto rilevante è il livello di specializzazione del logopedista per il trattamento della persona che balbetta al fine di garantire maggiormente l'efficacia dei trattamenti (Pertijs *et al.*, 2014; ASHA, 2007).

Nel caso del trattamento dei disturbi della fluenza, alcuni studi iniziano a mettere a confronto i risultati tra trattamenti gestiti in presenza e online (Tomaiuolo *et al.*, 2021), valutando l'efficacia del *Multidimensional, Integrated, Differentiated, Art-Mediated Stuttering Program* (MIDA-SP) somministrato a bambini con balbuzie in età scolare tramite l'utilizzo di strumenti di teleriabilitazione. Le conoscenze attuali sui disturbi della fluenza suggeriscono che i comportamenti e le disfluenze sono connesse e dipendenti tra loro e che per questo la terapia, anche da remoto, deve prevedere un'azione sia sul sintomo che sul vissuto (approccio olistico) per garantire efficacia e ridurre il rischio di recidive (Laiho *et al.*, 2022) o l'evitamento verbale. La misura dei risultati perseguibili, infatti, è direttamente collegata alla capacità di adattamento dell'utente e alla capacità del logopedista di trovare strumenti e modalità individualizzati in base alle caratteristiche della persona e del *setting*. L'individualizzazione del trattamento, fattore cruciale secondo alcuni studi, appare comunque fattibile anche in modalità online.

La telemedicina nell'ambito del trattamento della balbuzie sembra avere un buon potenziale, in parte da poter essere ancora sviluppato. Questo potrebbe essere vero soprattutto se consideriamo la possibilità di somministrare trattamenti "ibridi" (Valentine, 2015) e/o volti al mantenimento dei risultati ottenuti "in presenza" (Briley *et al.*, 2023). In quest'ottica, vanno considerate anche le nuove possibilità offerte dagli approcci di Realtà Virtuale (Almudhi, 2022) e/o la possibilità di realizzare trattamenti totalmente basati sull'utilizzo di internet, anche in età infantile (Erickson *et al.*, 2016; Van Eerdenbrugh *et al.*, 2018). Questi approcci si potranno rivelare fondamentali anche nella gestione degli aspetti secondari tipici della balbuzie (es. fobia sociale e/o comportamenti di evitamento) (Gunn *et al.*, 2019). Al netto di possibili difficoltà tecniche, applicazioni software da utilizzare con smartphone, tablet e altri dispositivi mobili potrebbero essere sfruttati per massimizzare l'aderenza e il mantenimento del trattamento.

## **Disturbo della comunicazione sociale (pragmatica)**

Sulla base delle ricerche condotte, si può affermare che non sono al momento disponibili evidenze di efficacia circa l'utilizzo della teleriabilitazione nel trattamento del DCSP in età evolutiva, né relativamente al contesto italiano, né nell'intero panorama internazionale. Tuttavia, le evidenze disponibili relativamente all'utilizzo della tecnologia informatica in soggetti con DCSP come, ad esempio, E-PLAYS (Murphy *et al.*, 2014; Murphy *et al.*, 2019) e E-PLAYS-2 (Murphy *et al.*, 2021; Murphy *et al.*, 2024) e all'adattamento al *setting* di teleriabilitazione di protocolli originariamente concepiti anche per il trattamento in presenza di bambini/adolescenti con DCSP (Marino *et al.*, 2023), invitano ad esplorare la possibilità di intervento a distanza nel DCSP, seppur limitatamente ad alcune componenti.

Murphy *et al.* (2014) hanno condotto uno studio RCT (*Randomized Controlled Trial*) per verificare l'efficacia del programma E-PLAYS (*Enhancing Pragmatic Language skills for Young children with Social communication disorder*) su un campione di 32 bambini (età 5-7 anni) con difficoltà socio-pragmatiche non ascrivibili a disturbo dello spettro autistico, selezionati sulla base dei punteggi ottenuti al Test of Pragmatic Skills. E-PLAYS promuove lo sviluppo delle componenti pragmatiche del linguaggio verbale (comunicazione referenziale, informatività, pertinenza, *repairing*), indipendentemente dalle componenti comunicativo-sociali non verbali (es.

la gestualità o la mimica facciale; Matthews *et al.*, 2018). Si basa sui principi del *Cooperative Learning* e della *Peer Education*, coinvolgendo due bambini che partecipano insieme a un videogioco tramite laptop collegati tra loro. Il videogioco è simile a un *barrier game* (Bunce, 1989), in cui un bambino assume il ruolo di conducente di un veicolo, mentre l'altro svolge il ruolo di navigatore "onniveggente", capace di vedere ostacoli nascosti al conducente e di guidarlo per evitarli. Utilizzando le proprie capacità di comunicazione, il navigatore deve indirizzare il conducente affinché possa giungere a destinazione evitando gli ostacoli. Lo specialista assume il ruolo di facilitatore della comunicazione, limitando il più possibile il proprio intervento. A seguito di uno studio di fattibilità condotto nelle scuole della Gran Bretagna (Murphy *et al.*, 2019; Murphy *et al.*, 2021), si è concluso un trial per validare l'utilizzo in ambito scolastico del programma invariato nei contenuti, manualizzato e convertito in una *web application* (E-PLAYS-2), facilmente accessibile da remoto, sotto la responsabilità di docenti formati e supervisionati da un logopedista (Murphy *et al.*, 2024). L'esperienza di E-PLAYS/E-PLAYS-2 sembra promettente. Tuttavia, è importante considerare che i partecipanti allo studio, pur essendo stati selezionati in base a test standardizzati per l'identificazione di deficit pragmatici, non avevano ricevuto una diagnosi di DCSP secondo il DSM-5 e che nel campione dello studio pilota è stato incluso un soggetto con ASD (Murphy *et al.*, 2014).

Marino *et al.* (2023) hanno adattato per la somministrazione per via telematica il protocollo di allenamento delle abilità socio pragmatiche per bambini con ASD e DCSP proposto da Rosati e Urbinati (2016). La sperimentazione ha coinvolto esclusivamente bambini con ASD e non sono pertanto disponibili dati di efficacia per il DCSP come da DSM-5. Tale studio costituisce, tuttavia, l'unico trial sperimentale che utilizza per via telematica un programma (e i relativi materiali) originariamente concepito in lingua italiana e per soggetti con DCSP.

Nei modelli fin qui discussi, per quanto francamente diversi e orientati a processi differenti, le sedute di teleriabilitazione sono sempre assistite da un *e-helper* con funzioni sia di facilitazione che di mediazione.

Gli indicatori per l'efficacia del trattamento a distanza sono gli stessi che in presenza ed è necessario prevedere sia il monitoraggio sia delle componenti linguistico pragmatiche che delle componenti più prettamente sociali. Il set di strumenti potenzialmente utili alla definizione del profilo socio-pragmatico (Padovani, 2015) comunemente usato in presenza include la *Children's Communication Checklist-Second Edition* (CCC-2), nell'adattamento per l'italiano (Di Sano *et al.*, 2013), per l'analisi della discrepanza tra funzioni formali e usi sociali del linguaggio; il protocollo TOPICC (*Targeted Observation of Pragmatics in Children's Conversations*) di Adams *et al.* (2011) per tracciare il "profilo conversazionale" del soggetto attraverso l'analisi e la codifica della video-registrazione di uno scambio diadico in *setting* semi-controllato; di questionari autosomministrati o compilati dai genitori, volti ad indagare l'impatto delle difficoltà socio-pragmatiche a livello sociale. Si tratta di strumenti tutti agevolmente trasponibili alla valutazione da remoto senza perdita delle proprietà psicometriche. Per gli strumenti di valutazione della narrazione, del linguaggio figurato, di altre funzioni neuropsicologiche (compiti superiori di teoria della mente, funzioni esecutive, competenze non verbali), che prevedono l'interazione diretta con l'esaminatore, l'utilizzo di oggetti o compiti carta-matita, è difficilmente ipotizzabile un utilizzo a distanza, non essendo al momento disponibili l'adattamento/standardizzazione per la somministrazione da remoto.

Il linguaggio pragmatico è sensibile alle differenze culturali (Küntay *et al.*, 2014), e conseguentemente le diverse abilità pragmatiche hanno diverso peso per il funzionamento quotidiano e il benessere comunicativo in differenti fasi evolutive e in differenti culture. La web-App E-PLAYS/E-PLAYS-2 è al momento disponibile solo in lingua inglese, è stata sperimentata esclusivamente nel Regno Unito e non sono state reperite risorse in lingua italiana adattabili o

appositamente progettate allo scopo. A tale proposito è da considerare anche che il modello organizzativo italiano dei servizi è differente da quello del Regno Unito.

In sintesi, nonostante questi sviluppi, l'utilizzo della teleriabilitazione per il trattamento dei disturbi della comunicazione sociale (pragmatica) presenta ancora molte incertezze; Ad esempio, anche se le tecnologie informatiche come il programma E-PLAYS hanno mostrato potenzialità (Murphy *et al.*, 2014; Murphy *et al.*, 2019; Murphy *et al.*, 2021; Murphy *et al.*, 2024), non esistono ancora evidenze consolidate sull'efficacia di tali approcci nel trattamento del DCSP, né tantomeno il loro adattamento nel contesto italiano. La generalizzazione dell'intervento al nostro contesto, nonché l'indicazione all'uso in soggetti con diagnosi di DCSP, necessita pertanto di un periodo di ricerca e sperimentazione su parlanti lingua italiana, opportunamente selezionati in aderenza ai criteri diagnostici, nonché l'implementazione di App/software specifici per lingua e contesto culturale.

## Conclusioni

La teleriabilitazione e i trattamenti logopedici *computer-based* rappresentano aree promettenti, ma ancora in evoluzione. Mentre alcuni studi suggeriscono un'efficacia comparabile a quella dei trattamenti in presenza, soprattutto per i disturbi fonetico-fonologici e le funzioni esecutive, rimangono lacune significative, in particolare per quanto riguarda i trattamenti del vocabolario ricettivo, delle abilità narrative inferenziali e sociopragmatiche. Per garantire l'efficacia di questi interventi, è fondamentale che essi siano intensivi e ben strutturati (Maaß *et al.*, 2024; Thao *et al.*, 2022; Thomas *et al.*, 2016), e che vengano adattati alle specificità del contesto clinico e linguistico italiano. I dati relativi alla frequenza e la durata dell'intervento variano in funzione del disturbo, del profilo di funzionamento, degli obiettivi, dei protocolli utilizzati; in particolare, la durata del trattamento può variare da poche settimane a diversi mesi; il tempo delle sessioni di lavoro solitamente non supera i 45 minuti (Fairweather *et al.*, 2016; Gabel *et al.*, 2013; Grogan-Johnson *et al.*, 2013; Isaki & Farrell, 2015). Allo stato attuale, le pratiche cliniche risultate efficaci possono essere generalizzate al contesto italiano solo se supportate da un periodo di ricerca e/o sperimentazione. Sussistono diverse criticità: nella realtà italiana si riscontra scarsa disponibilità di protocolli e/o metodi validati che garantirebbero al logopedista la possibilità di erogare brevi cicli strutturati ad alta intensità; in secondo luogo, molto spesso i *training* riportati in letteratura sono erogati nel contesto scolastico, diversamente che in Italia. Per quanto riguarda la terapia *computer-based*, va segnalato, inoltre, che attualmente non esistono adattamenti italiani dei software riportati in letteratura. Pertanto, non è possibile dare indicazioni precise in merito all'uso di App o software che si prefiggono di stimolare le competenze fonetico-fonologiche. Gli studi attualmente disponibili nel panorama scientifico internazionale riguardo l'efficacia della terapia logopedica in utenti di lingua italiana con disturbi del linguaggio e della comunicazione sono numericamente molto limitati indipendentemente dalla modalità di erogazione del trattamento, (CLASTLA & FLI, 2019; Rinaldi *et al.*, 2021), e maggiormente per i trattamenti erogati in teleriabilitazione. Sebbene nel corso dell'ultimo decennio si sia assistito ad un rapido incremento della letteratura scientifica sul tema, la maggioranza degli studi disponibili relativi al trattamento a distanza provengono da USA o Australia e riportano trattamenti rivolti ad utenti anglofoni. Le differenze rispetto al contesto italiano sono molte e rilevanti. In USA o Australia, l'utente riceve il trattamento presso l'istituzione scolastica o presso presidi sanitari territoriali di prossimità, talvolta appositamente istituiti: la dotazione tecnologica e il contributo di un *e-helper* esperto, quando necessario, sono forniti dalle istituzioni; in Italia, l'utente riceve il servizio presso la propria abitazione; gli standard tecnologici richiesti non sono al momento nelle disponibilità di tutti i cittadini del nostro paese (sia in termini di hardware che di competenza d'uso) e la cosiddetta

“rete veloce”, benché in costante espansione, non sempre raggiunge quei territori che, proprio per la loro distanza dai servizi, avrebbero necessità di un più agevole accesso a questa modalità di erogazione del trattamento; l'*e-helper* è abitualmente un genitore. Negli studi condotti in USA e Australia, l'erogazione di sedute in teleriabilitazione si avvantaggia dell'uso di strumenti clinici appositamente predisposti (App, web-App, ecc.); in assenza di materiale predisposto, l'erogazione di sedute in TR, dovendo garantire la necessaria personalizzazione di programmi e strumenti, richiede tempi extra-seduta massivi per la preparazione della tecnologia e dei materiali di supporto. Nel contesto italiano tali strumenti sono ancora limitati e, nella maggioranza, non sono stati oggetto di trial clinici atti a valutare l'efficacia. Ciò nonostante, i dati disponibili e l'esperienza maturata nel periodo di “lockdown” per la pandemia COVID-19, suggeriscono l'opportunità di esplorare questa nuova modalità di offrire il servizio anche nel contesto italiano.

In attesa di evidenze più solide, è tuttavia opportuno considerare la teleriabilitazione come strumento sia di counselling e raccordo interprofessionale, sia per Trattamenti Mediati dai Genitori attuabili mediante videoconferenza e/o strumenti di facile condivisione per via telematica (es. *videofeedback*). Nel trattamento diretto, la teleriabilitazione dovrebbe essere prevista nell'ambito di progetti integrati, allo scopo di sostenere l'allenamento frequente e monitorato delle abilità e/o favorire la riduzione della frequenza alle sedute in presenza, riservando la presa in carico esclusiva in teleriabilitazione ai casi in cui la situazione non consenta altre tipologie di intervento. Inoltre, si potrebbe ricorrere alla teleriabilitazione per brevi cicli di mantenimento nei periodi di sospensione della terapia in presenza.

È necessario che venga valutato attentamente il sussistere di fattori che potrebbero pregiudicare l'eleggibilità al trattamento a distanza (criteri di esclusione) sia di tipo personale che di contesto. Tra i criteri di tipo personale si distinguono il profilo di funzionamento del soggetto e in particolare l'eventuale presenza di difficoltà nell'area delle funzioni esecutive, l'età, la gravità del disturbo e l'eventuale presenza di comorbidità. L'età minima per prendere parte ad un trattamento a distanza e/o integrato è verosimile che sia 48 mesi, età che, nella maggioranza dei casi, coincide con il momento della diagnosi per i disturbi di linguaggio. Tra i fattori di contesto che possono influenzare la riuscita di un trattamento a distanza o integrato si distinguono: la disponibilità del *caregiver*, il *setting*, la dotazione tecnologica e la stabilità della connessione internet. In particolare, il *caregiver* ricopre un ruolo fondamentale, in quanto è chiamato a partecipare alla terapia fungendo da modello per il bambino e/o trasmettendo egli stesso i contenuti. È necessario, quindi, che si renda disponibile a prendere parte alla seduta e che abbia un sufficiente livello di competenza nella gestione dei dispositivi informatici e nella lingua italiana (o in caso che sia disponibile a collaborare con un mediatore culturale).

Il trattamento logopedico a distanza, inoltre, può essere predisposto e monitorato in base alle indicazioni derivanti dall'applicazione del modello COM-B (Michie *et al.*, 2011), secondo cui è necessario: valutare la presenza di risorse cognitive del soggetto e risorse operative (dispositivi informatici); valutare se il trattamento a distanza può disporre di un'opportunità operativa (*setting* adeguato) e se può rappresentare un'opportunità sociale (network con altri bambini e famiglie) e infine verificare che vi sia sufficiente motivazione intrinseca del soggetto e della famiglia a prendere parte al trattamento così come sufficiente capacità dell'operatore di sostenere la motivazione estrinseca.

Gli obiettivi di trattamento dovrebbero essere specifici, a breve termine, facilmente monitorabili. Infine, è necessario attenzionare costantemente, anche attraverso strumenti appositamente predisposti, la motivazione al trattamento a distanza da parte dell'utente e dei familiari, il vantaggio percepito, il gradimento. Sembra opportuno richiamare la necessità che il clinico sia specificamente formato per l'erogazione di trattamenti in TR, sia relativamente agli aspetti tecnologici, che di gestione della seduta.

Studi futuri dovrebbero arruolare soggetti parlanti lingua italiana, definire i criteri di eleggibilità adottati (requisiti individuali, di contesto, tecnologia), identificare target selettivi, porre a confronto il trattamento erogati in teleriabilitazione con gruppi di controllo sottoposti alle usuali procedure in presenza, consentendo una più oggettiva valutazione di vantaggi e limiti sul piano strettamente clinico e che indaghino il rapporto costi/benefici dei servizi offerti in teleriabilitazione. È auspicabile l'attivazione di collaborazioni anche in Italia fra clinici, programmatori informatici, ricercatori per poter sviluppare App o software specifici in lingua italiana, a supporto dei *training* e valutarne/validarne l'efficacia.

## Bibliografia

*L'asterisco indica gli studi inclusi nella revisione sistematica della letteratura.*

- Adams C, Gaile J, Lockton E, Freed J. Targeted observation of pragmatics in children's conversations (TOPICC): adapting a research tool into a clinical assessment profile. *Speech and Language Therapy in Practice*. 2011;7-10.
- Allamandri V, Ballerini L, Cerruti E, Valente MC. Disturbi di linguaggio: riabilitazione diretta e teleriabilitazione. *Logopedia e comunicazione*. 2021;17:205-232.
- Allen MM. Intervention efficacy and intensity for children with speech sound disorder. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2013;56:865-877.
- Almudhi A. Evaluating adaptation effect in real versus virtual reality environments with people who stutter. *Expert Review of Medical Devices*. 2022;19:75-81.
- APA (American Psychiatric Association). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 5th ed. Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2013.
- APA (American Psychiatric Association). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 5th ed., Text Revision. Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2022.
- ASHA. *Childhood apraxia of speech*. Rockville, MD: American Speech-Language-Hearing Association; 2007.
- Attwell GA, Bennin KE, Tekinerdogan B. Reference architecture design for computer-based speech therapy systems. *Computer Speech and Language*. 2023;78:101465.
- Bortone I, Leonardi D, Mastronicola N, Crecchi A, Bonfiglio L. Wearable haptics and immersive virtual reality rehabilitation training in children with neuromotor impairments. *IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering*. 2018;26:1469-1478.
- \*Bridgman K, Onslow M, O'Brian S, Jones M, Block S. Lidcombe program webcam treatment for early stuttering: A randomized controlled trial. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*. 2016;59:932-939.
- Briley PM, Brownlow C, Ellis C. Provision of maintenance therapy for people who stutter via telepractice. *Clinical Archives of Communication Disorders*. 2023;8:9-22.
- Brundage SB, Brinton JM, Hancock AB. Utility of virtual reality environments to examine physiological reactivity and subjective distress in adults who stutter. *Journal of Fluency Disorders*. 2016;50:85-95.
- Bunce, HB. Using a barrier game format to improve children's referential communication skills. *Journal of Speech and Hearing Communication*. 1989;54:33-43.
- Capodieci A, Romano M, Castro E, Di Lieto MC, Bonetti S, Spoglianti S, Pecini C. Executive functions and rapid automatized naming: A new tele-rehabilitation approach in children with language and learning disorders. *Children (Basel)*. 2022;9:822.
- Carey B, O'Brian S, Lowe R, Onslow M. Webcam delivery of the Camperdown Program for adolescents who stutter: A phase II trial. *Language, Speech, and Hearing Services in School*. 2014;45:314-324.

- \*Carson KL. Can an app a day keep illiteracy away? Piloting the efficacy of Reading Doctor apps for preschoolers with developmental language disorder. *International Journal of Speech-Language Pathology*. 2020;22:454-465.
- CLASTLA, FLI. *Consensus Conference sul Disturbo Primario del Linguaggio*. Communication & Language Acquisition Studies in Typical and Atypical populations; Federazione Logopedisti Italiani; 2019. Disponibile all'indirizzo: [www.disturboprimariolinguaggio.it/wp-content/uploads/2019/11/Documento-Finale-Consensus-Conference-2.pdf](http://www.disturboprimariolinguaggio.it/wp-content/uploads/2019/11/Documento-Finale-Consensus-Conference-2.pdf); ultima consultazione 19/6/25
- Dawes E, Leitão S, Claessen M, Kane R. A randomized controlled trial of an oral inferential comprehension intervention for young children with developmental language disorder. *Child Language Teaching & Therapy*. 2019;35:39-54.
- Diaz-Williams P. *Using movement homework activities to enhance the phonological skills of children whose primary communication difficulty is a phonological disorder*. [Ph.D. Thesis]. Denton, TX: Texas Woman's University; 2013.
- Erickson S, Block S, Menzies R, O'Brian S, Packman A, Onslow M. Standalone Internet speech restructuring treatment for adults who stutter: A phase I study. *International Journal of Speech-Language Pathology*. 2016;18:329-40.
- Fairweather GC, Lincoln MA, Ramsden R. Speech-language pathology teletherapy in rural and remote educational settings: Decreasing service inequities. *International Journal of Speech-Language Pathology*. 2016;18:592-602.
- \*Ferdinands B, Bridgman K. An investigation into the relationship between parent satisfaction and child fluency in the Lidcombe Program: Clinic versus telehealth delivery. *International Journal of Speech-Language Pathology* 2019;21:347-354.
- Furlong L, Morris M, Serry T, Erickson S. Mobile apps for treatment of speech disorders in children: An evidence-based analysis of quality and efficacy. *PLoS ONE*. 2018;13:e0201513.
- Gabel R, Grogan-Johnson S, Alvares R, Bechstein L, Taylor J. A field study of telepractice for school intervention using the ASHA NOMS K-12 database. *Communication Disorders Quarterly*. 2013;35:44-53.
- Grogan-Johnson S, Schmidt AM, Schenker J, Alvares R, Rowan LE, Taylor J. A comparison of speech sound intervention delivered by telepractice and side-by-side service delivery models. *Communication Disorders Quarterly*. 2013;34:210-220.
- \*Gunn A, Menzies RG, Onslow M, O'Brian S, Packman A, Lowe R, Helgadóttir FD, Jones M. Phase I trial of a standalone internet social anxiety treatment for adolescents who stutter: iBroadway. *International Journal of Language and Communication Disorders*. 2019;54:927-939.
- Hesketh A, Dima E, Nelson V. Teaching phoneme awareness to pre-literate children with speech disorder: A randomized controlled trial. *International Journal of Language and Communication Disorders*. 2007;42:251-271.
- Hund-Reid C, Schneider P. Effectiveness of phonological awareness intervention for kindergarten children with language impairment. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*. 2013;37:1.
- Isaki E, Farrell CF. Provision of speech-language pathology telepractice services using apple iPads. *Telemedicine and e-Health*. 2015;21:538-549.
- Iverach L, Menzies R, Jones M, O'Brian S, Packman A, Onslow M. Further development and validation of the Unhelpful Thoughts and Beliefs About Stuttering (UTBAS) scales: relationship to anxiety and social phobia among adults who stutter. *International Journal of Language and Communication Disorders*. 2011;46:286-299.

- Jesus LM, Martinez J, Santos J, Hall A, Joffe V. Comparing traditional and tablet-based intervention for children with speech sound disorders: A randomized controlled trial. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2019;62:4045-4061.
- \*Johnson G, Onslow M, Carey B, Jones M, Kefalianos E. Lidcombe Program telehealth treatment for children 6-12 years of age: A Phase II trial. *Journal of Fluency Disorders*. 2024;80:106057.
- Jones M, Onslow M, Packman A, Williams S, Ormond T, Schwarz I, Gebiski V. Randomised controlled trial of the Lidcombe programme of early stuttering intervention. *British Medical Journal*. 2005;331(7518):659.
- Küntay AC, Nakamura K, Şen B. A Crosslinguistic and crosscultural approaches to pragmatic development. In: Matthews D (Ed.). *Pragmatic development in first language acquisition*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company; 2014. p. 317-341.
- Laiho A, Elovaara H, Kaisamatti K, Luhtalampi K, Talaskivi L, Pohja S, Routamo-Jaatela K, Vuorio E. Stuttering interventions for children, adolescents, and adults: a systematic review as a part of clinical guidelines. *Journal of Communication Disorders*. 2022;99:106242.
- Law J, Dornstauder M, Charlton J, Gréaux M. Tele-practice for children and young people with communication disabilities: Employing the COM-B model to review the intervention literature and inform guidance for practitioners. *International Journal of Language and Communication Disorders*. 2021;56:415-434.
- Lee SAS. The treatment efficacy of multiple opposition phonological approach via telepractice for two children with severe phonological disorders in rural areas of West Texas in the USA. *Child Language Teaching and Therapy*. 2018;34:63-78.
- \*Lewis C, Packman A, Onslow M, Simpson JM, Jones M. A phase II trial of telehealth delivery of the Lidcombe Program of Early Stuttering Intervention. *Am J Speech Lang Pathol*. 2008 May;17(2):139-49. doi: 10.1044/1058-0360(2008/014).
- Lousada M, Jesus LM, Capelas S, Margaca C, Simoes D, Valente A, Hall A, Joffe VL. Phonological and articulation treatment approaches in Portuguese children with speech and language impairments: A randomized controlled intervention study. *International Journal of Language and Communication Disorders*. 2013;48:172-187.
- Lowe R, Menzies R, Onslow M, Packman A, O'Brian S. Speech and anxiety management with persistent stuttering: current status and essential research. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2021;64:59-74.
- Marino F, Failla C, Bruschetta R, Vetrano N, Scarcella I, Doria G, Chilà P, Minutoli R, Vagni D, Tartarisco G, Cerasa A, Pioggia G. Telerehabilitation of social-pragmatic skills in children with autism spectrum disorder: a principal component analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Feb 16;20(4):3486. doi: 10.3390/ijerph20043486.
- Maaß L, Angoumis K, Freye M, Pan CC. Mapping digital public health interventions among existing digital technologies and internet-based interventions to maintain and improve population health in practice: scoping review. *J Med Internet Res*. 2024 Jul 17;26:e53927.
- Matthews D, Biney H, Abbot-Smith K. Individual differences in children's pragmatic ability: a review of associations with formal language, social cognition and executive functions. *Language Learning and Development* 2018;14, 186-223.
- \*McLeod S, Davis E, Rohr K, McGill N, Miller K, Roberts A, Thornton S, Ahio N, Ivory N. Waiting for speech-language pathology services: A randomised controlled trial comparing therapy, advice and device. *Int J Speech Lang Pathol*. 2020 Jun;22(3):372-386. doi: 10.1080/17549507.2020.1731600.
- \*McLeod S, Kelly G, Ahmed B, Ballard K. Equitable access to speech practice for rural Australian children using the SayBananas! mobile game. *Int J Speech Lang Pathol*. 2023;25:388-402.

- Michie S, Abraham C, Eccles MP, Francis JJ, Hardeman W, Johnston M. Strengthening evaluation and implementation by specifying components of behaviour change interventions: a study protocol. *Implementation Science*. 2011;6:10.
- Murphy S, Bell K, Cook EJ *et al*. Enhancing Pragmatic Language skills for Young children with Social communication difficulties (E-PLAYS-2) trial: study protocol for a cluster-randomised controlled trial evaluating a computerised intervention to promote communicative development and collaborative skills in young children. *BMC Psychology*. 2024;12:266
- Murphy S, Joffe V, Donald L, Radley J, Sunthararajah S, Welch C, Bell K, Messer D, Crafter S, Fairhurst C, Corbacho B, Rodgers S, Torgerson D. Evaluating ‘Enhancing Pragmatic Language skills for Young children with Social communication impairments’ (E-PLAYS): a feasibility cluster-randomised controlled trial. *Pilot and Feasibility Studies*. 2021;7:5.
- Murphy S, Joffe V, Messer D, Crafter S, Radley J, Sunthararajah S, Bell K, Corbacho B, Fairhurst C, Rodgers S, Torgerson D, Welch C. Evaluating ‘Enhancing Pragmatic Language skills for Young children with Social communication impairments’ (E-PLAYS): protocol for a feasibility randomised controlled trial study. *Pilot Feasibility Studies*. 2019;8:5-75.
- Murphy SM, Faulkner DM, Reynolds LR. A randomised controlled trial of a computerised intervention for children with social communication difficulties to support peer collaboration. *Research in Developmental Disabilities*. 2014;35:2821-2839.
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan – a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2016;5:210.
- Padovani R. Disturbo della comunicazione sociale (pragmatica) nel DSM-5. Una proposta di approccio clinico per la diagnosi funzionale, differenziale e per le ipotesi riabilitative. *Psicologia Clinica dello Sviluppo*. 2015;19(3):367-392.
- Packman A, Onslow M, Webber M, Harrison E, Arnott S, Bridgman K, *et al*. *The Lidcombe Program treatment guide*. Sydney: University of Sydney; 2015. Disponibile all’indirizzo [http://sydney.edu.au/health-sciences/asrc/docs/lp\\_treatment\\_guide\\_2015.pdf](http://sydney.edu.au/health-sciences/asrc/docs/lp_treatment_guide_2015.pdf) 2015; ultima consultazione 19/6/25.
- Pertjts MAJ, Oonk LC, de Beer JJA, Bunschoten EM, Bast EJE, van Ormondt J, *et al*. *Clinical guideline stuttering in children, adolescents and adults*. Woerden: NVLF; 2014.
- Parnandi A, Karappa V, Lan T, Shahin MA. Development of a remote therapy tool for childhood apraxia of speech. *ACM Transactions on Accessible Computing* 2015;7:1-23.
- Rinaldi S, Caselli MC, Cofelice V, D’Amico S, De Cagno AG, Della Corte G, Di Martino MV, Di Costanzo B, Levorato MC, Penge R, Rossetto T, Sansavini A, Vecchi S, Zoccolotti P. Efficacy of the treatment of developmental language disorder: a systematic review. *Brain Sciences*. 2021;11:407.
- Rosati S, Urbinati N. *Allenare le abilità socio-pragmatiche: Storie illustrate per bambini con disturbi dello spettro autistico e altri deficit di comunicazione*. Trento: Edizioni Centro Studi Erickson; 2016.
- Rudolph JM, Rudolph S. Tele-practice vs. on-site treatment: are outcomes equivalent for school-aged children? *Evidence-Based Practice Briefs*. 2015;10:1-15.
- Smeets D, Bus AG. Interactive electronic storybooks for kindergartners to promote vocabulary growth. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2012;112(1):36-55.
- St Clare T, Menzies R, Onslow M, Packman A, Thompson R, Block S. Unhelpful thoughts and beliefs linked to social anxiety in stuttering: Development of a measure. *International Journal of Language and Communication Disorders*. 2009;44:338-351.
- Thao SK, Lee SAS. Treatment intensity of speech intervention via telepractice for children with speech sound disorders: A systematic review. *EBP Briefs (Evidence-based Practice Briefs)*. 2022;15:1-13.

- Thomas DC, McCabe P, Ballard KJ, Lincoln M. Telehealth delivery of Rapid Syllable Transitions (ReST) treatment for childhood apraxia of speech. *International Journal of Language & Communication Disorders*. 2016;51:654-671.
- Tomaiuolo D, Del Gado F, Marchetti S, Scordino L, Vedovelli D. Telepractice in school-age children who stutter: A controlled before and after study to evaluate the efficacy of MIDA-SP. *International Journal of Telerehabilitation*. 2021;13:e6380.
- Valentine DT. Stuttering intervention in three service delivery models (direct, hybrid, and telepractice): Two case studies. *International Journal of Telerehabilitation*. 2015;6:51-63.
- Van Eerdenbrugh S, Packman A, Onslow M, O'Brian S, Menzies R. Development of an internet version of the Lidcombe Program of early stuttering intervention: A trial of Part 1. *International Journal of Speech-Language Pathology*. 2018;20:216-225. Erratum in: *International Journal of Speech-Language Pathology* 2018;19:637.
- Vanryckeghem M, Brutten GJ. The speech-associated attitude of children who do and do not stutter and the differential effect of age. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 1997;6:67-73.
- Wales D, Skinner L, Hayman M. The efficacy of telehealth-delivered speech and language intervention for primary school-age children: A systematic review. *International Journal of Telerehabilitation*. 2017;9. 55-70.
- Wren Y, Roulstone S. A comparison between computer and tabletop delivery of phonology therapy. *International Journal of Speech-Language Pathology*. 2008;10:346-363.
- WHO. *International statistical classification of diseases and related health problems. 10th revision (ICD-10)*. Geneva: World Health Organization; 1993.
- Yaruss JS, Quesal RW. Overall Assessment of the Speaker's Experience of Stuttering (OASES): Documenting multiple outcomes in stuttering treatment. *Journal of Fluency Disorders*. 2006;31:90-115.
- \*Yi A, Chen Z, Ling W, Yin X, Li Y, Yan J, Chang W, Mo X, Chen Z, Huang W Effectiveness of cloud-based rehabilitation in children with developmental language disorder during the COVID-19 pandemic: A prospective cohort study. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101:e30056

# **DISTURBO DELLO SPETTRO AUTISTICO: EVIDENZE E PRATICHE DI TELERIABILITAZIONE IN ETÀ EVOLUTIVA**

Martina Micai (a), Angela Caruso (a), Francesca Fulceri (a), Letizia Gila (a), Francesco Campanella (b, c), Costanza Colombi (d), Federica Funari (e), Veronica Scordino (e), Carla Sogos (f), Christian Veronesi (g), Valeria Zili (e), Andrea Bonifacio (h), Giuseppe Maurizio Arduino (i), Maria Luisa Scattoni (a)

(a) Servizio di Coordinamento e Promozione della Ricerca, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Dipartimento di Psicologia e Scienze Cognitive, Università di Trento, Trento

(c) Cooperativa Socio-Sanitaria Albero Blu, Coredò, Predaia (Trento)

(d) Fondazione Stella Maris IRCCS, Calambrone (Pisa)

(e) CRC-Centro Ricerca e Cura, Roma

(f) Dipartimento di Neuroscienze Umane, Sapienza Università di Roma

(g) Tutela Salute Mentale e Riabilitazione in Età Evolutiva, ASL Roma 2, Roma

(h) Dipartimento di Salute Mentale e Fisica e Medicina Preventiva, Università degli studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Napoli

(i) Centro Autismo e Sindrome di Asperger, ASL CN1, Cuneo

## **Introduzione**

Il Disturbo dello Spettro Autistico (*Autism Spectrum Disorder*, ASD) è caratterizzato da compromissioni della comunicazione sociale, dalla presenza di comportamenti ristretti e ripetitivi e da anomalie degli interessi e da anomalie sensoriali (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th edition Text Revision*, DSM-5-TR) (APA, 2022). La principale strategia di trattamento per i bambini e gli adolescenti autistici consiste in interventi psicosociali volti a migliorare i sintomi *core*, a migliorare la qualità della vita e a fornire supporto alla famiglia (Lai *et al.*, 2014; Correll *et al.*, 2021; Ospina *et al.*, 2008; Tachibana *et al.*, 2017). Questi interventi spesso durano diversi anni e comportano un notevole impegno finanziario per i servizi clinici e per i *caregiver*.

Gli interventi erogati in telemedicina sono sempre più riconosciuti come una soluzione efficace per superare alcune delle barriere associate all'erogazione di servizi di riabilitazione, tra cui la facilità di contatto con i professionisti e l'accesso ai servizi da luoghi remoti. La valorizzazione dell'incremento e della diffusione degli interventi tecnologici nell'ambito dell'autismo (Valentine *et al.*, 2020; Ribas *et al.*, 2023; Micai *et al.*, 2024) rappresenta un'opportunità per professionisti, decisori politici e amministratori per ottimizzare l'uso delle risorse e garantire un accesso equo alle cure per gli individui autistici.

Sebbene durante la pandemia gli interventi derivati dalla telemedicina siano stati fondamentali per garantire l'accesso alle cure, il loro impiego è stato progressivamente enfatizzato come strategia per integrare azioni riabilitative complete e personalizzate, piuttosto che servire come unica via di fornitura di cure (Pacione, 2022). La teleassistenza dovrebbe essere promossa in linea con i principi dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (*World Health Organization*, WHO) di trasparenza, accessibilità, scalabilità, replicabilità, interoperabilità, privacy, sicurezza e riservatezza (WHO, 2021).

Tra gli obiettivi degli interventi erogati in telemedicina sono inclusi il miglioramento del benessere psicosociale dei bambini e degli adolescenti autistici, il miglioramento delle loro capacità socio-comunicative e il supporto ai *caregiver*. Questi interventi consistono in programmi di formazione, iniziative di supporto e sessioni di psicoeducazione informativa, consentendo livelli flessibili di coinvolgimento dei *caregiver*, da un impegno elevato a uno ridotto. Elementi

chiave di questa tipologia di interventi sono la possibilità di partecipare direttamente a sessioni di formazione online tramite piattaforme di videochiamata o accedere autonomamente alle risorse disponibili sui siti web, compresi materiali e video didattici.

Questa revisione sistematica si propone di esaminare le evidenze sugli interventi erogati in telemedicina per i bambini e gli adolescenti autistici, considerando la diversità degli approcci, delle impostazioni e delle modalità impiegate per affrontare i sintomi autistici principali e le condizioni co-occorrenti. Per questo lavoro è stato effettuato un aggiornamento della letteratura scientifica di una revisione sistematica pubblicata su una rivista internazionale indicizzata (Micai *et al.*, 2024).

## Materiali e metodi

### Strategia di ricerca degli studi

Il protocollo della presente revisione sistematica è stato presentato e approvato in PROSPERO, *International Prospective Register of Systematic Reviews* del *National Institute for Research* (NIHR) e *Care Research* con il codice CRD42023404111. Per sviluppare una strategia di ricerca completa è stato utilizzato un processo in tre fasi. In primo luogo, è stata effettuata una prima ricerca limitata su MEDLINE (PubMed) per identificare le parole chiave rilevanti relative alla telemedicina in precedenti revisioni sistematiche sull'argomento (Agostini *et al.*, 2015; Shukla *et al.*, 2017; Hung Kn *et al.*, 2019; Camden *et al.*, 2020). In secondo luogo, tutti i termini MeSH (*Medical Subject Headings*), i termini dell'indice e le parole chiave identificati sono stati adattati ai database MEDLINE (PubMed) e PsycINFO (Ovid) per identificare la letteratura.

La strategia di ricerca utilizzata per MEDLINE (PubMed) ha compreso i seguenti termini:

("Autism Spectrum Disorder"[MeSH] OR "Asperger Syndrome"[MeSH] OR "Autistic Disorder"[MeSH] OR Autis\* OR ASD OR Asperg\* OR Kanner\* OR "Pervasive development" OR "pervasive developmental disorder" OR "Pervasive disorders" OR "Child Development Disorders, Pervasive"[MeSH] OR PDD\*) AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Telerehabilitation"[MeSH] OR "Telemedicine"[MeSH] OR "telerehabilitat\*" OR "tele rehabilitation" OR "Tele-rehabilitation" OR "tele health" OR "telehealth" OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR "technology"[MeSH] OR "Videoconferencing"[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR "software"[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR "m-health" OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR "robotics"[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR "web-based" OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR "Tele-intervention\*" OR "Tele-education" OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR "web-deliver\*" OR "web conferenc\*" OR Skype\* OR iChat\*)

Per PsycINFO (Ovid) ha compreso i seguenti termini:

("Autism Spectrum Disorder" OR "Asperger Syndrome" OR "Autistic Disorder" OR Autis\* OR ASD OR Asperg\* OR Kanner\* OR "Pervasive development" OR "pervasive developmental disorder" OR "Pervasive disorders" OR "Child Development Disorders, Pervasive" OR PDD\*) AND (Child OR Adolescent) AND (Telerehabilitation OR Telemedicine OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "mobile app\*" OR

eHealth OR technology OR Videoconferencing OR videoconf\* OR “augmented reality” OR “interactive multimedia” OR “interactive software” OR “digital media” OR software OR “interactive technolog\*” OR “mHealth technolog\*” OR mHealth OR m-health OR “mobile tech\*” OR “Video Games” OR “real-time monitoring device” OR “Virtual Reality” OR robotics OR internet OR telephone OR “mobile health” OR web-based OR “online services” OR online OR “Remote Consultation\*” OR “Patient portal\*” OR “Computer-Assisted Instruction” OR website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR “web portal\*” OR web-deliver\* OR “web conferenc\*” OR Skype\* OR iChat\*)

La strategia di ricerca è stata sottoposta ad una revisione paritaria da parte di esperti del settore per garantirne la pertinenza. Infine, sono state vagliate le liste di riferimento di tutte le revisioni sistematiche su argomenti simili per identificare ulteriori studi. La ricerca, avviata il 2 marzo 2023, non ha applicato restrizioni di lingua o di tempo. È stato effettuato un aggiornamento della letteratura fino al giorno 6 giugno 2024.

## Processo di selezione degli studi

Dopo la ricerca bibliografica, tutte le citazioni identificate sono state caricate nell'applicazione web di revisione sistematica Rayyan messa a punto dal Qatar Computing Research Institute (QCRI) (Ouzzani *et al.* 2016) e i duplicati sono stati rimossi. La prima ricerca, dalla creazione di database al 2 marzo 2023, ha prodotto 6010 studi (1912 da PubMed e 4098 da PsycInfo) e 900 duplicati sono stati rimossi. I titoli e gli abstract di 5100 studi sono stati esaminati da due o più revisori indipendenti, sulla base dei criteri di inclusione e di esclusione. Criteri di inclusione: studi correlazionali e trial randomizzati che indagavano l'uso della telemedicina per il trattamento o il supporto di bambini e adolescenti autistici, condotti in contesti clinici e di laboratorio. Criteri di esclusione: case report, commenti, editoriali, studi qualitativi, studi che non utilizzavano la telemedicina come intervento, che non coinvolgevano bambini o adolescenti autistici di età pari o inferiore a 18 anni, che non specificavano o non diagnosticavano l'ASD secondo i criteri del DSM-5-TR o dell'*International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems – Tenth Revision* (ICD-10) (WHO, 1993), oppure che non valutavano il trattamento dei sintomi *core* dell'ASD così come definiti da tali criteri. Al termine della selezione, 4846 studi sono stati esclusi.

Due o più revisori indipendenti hanno valutato il testo completo di 247 studi rispetto ai criteri di inclusione/esclusione. Per 17 studi sono stati contattati gli autori e le autrici ma non è stato possibile recuperare il testo. Degli studi valutati, 106 sono stati esclusi perché non utilizzavano la teleriabilitazione come intervento (*wrong intervention*), mentre 54 studi sono stati esclusi poiché erano case report, commenti, editoriali o prove qualitative (*wrong publication type*). Inoltre, 39 studi sono stati esclusi perché non includevano bambini o adolescenti autistici di età inferiore o uguale a 18 anni (*wrong population*), e 18 studi sono stati esclusi perché non specificavano o non effettuavano una diagnosi di ASD utilizzando i criteri del DSM-5-TR o dell'ICD-10. Per garantire coerenza tra gli studi inclusi in questa revisione, abbiamo selezionato specificamente solo quelli che formulavano le diagnosi dei partecipanti utilizzando i criteri dei manuali diagnostici internazionalmente condivisi. Infine, 13 studi sono stati esclusi perché non valutavano il trattamento dei sintomi core dell'ASD come definiti dal DSM-5-TR o dall'ICD-10 (*wrong outcome*). Un totale di 17 studi è stato incluso attraverso il processo di selezione descritto. Inoltre, sono stati controllati i riferimenti bibliografici di 25 revisioni sistematiche che hanno portato alla consultazione di 17 studi in full-text. Tra questi, 10 studi sono stati esclusi perché la tipologia di pubblicazione non corrispondeva ai criteri di selezione, 4 per la mancata adozione di criteri diagnostici DSM-5-

TR/ICD-10 e uno perché incentrato su un intervento che non rispondeva ai criteri predefiniti. Due studi sono stati inclusi dal controllo dei riferimenti delle revisioni sistematiche. Si veda la Figura 1 per il diagramma di flusso del PRISMA 2020 per le revisioni sistematiche che includono ricerche in banche dati, registri e altre fonti (Page *et al.*, 2021). Eventuali disaccordi tra i revisori in qualsiasi fase del processo di selezione sono stati risolti consultando un terzo revisore. In totale, 19 studi sono stati inclusi nella sintesi narrativa di questa revisione sistematica. Nell'aggiornamento della ricerca di letteratura, dal 2/3/2023 al 6/6/2024, sono stati reperiti 297 record e, a seguito della rimozione di 10 duplicati, sono stati valutati ed esclusi per titolo e abstract 253 studi. Sono stati valutati per testo completo 29 studi (per 5 studi sono stati contattati gli autori e le autrici ma non è stato possibile reperire il testo) e tutti gli studi sono risultati esclusi. In particolare, 11 studi per *wrong intervention*, 8 per *wrong publication type*, 5 per *wrong population* e 5 per no DSM-5-TR/ICD-10 diagnosis (Figura 1) (Page *et al.*, 2021).

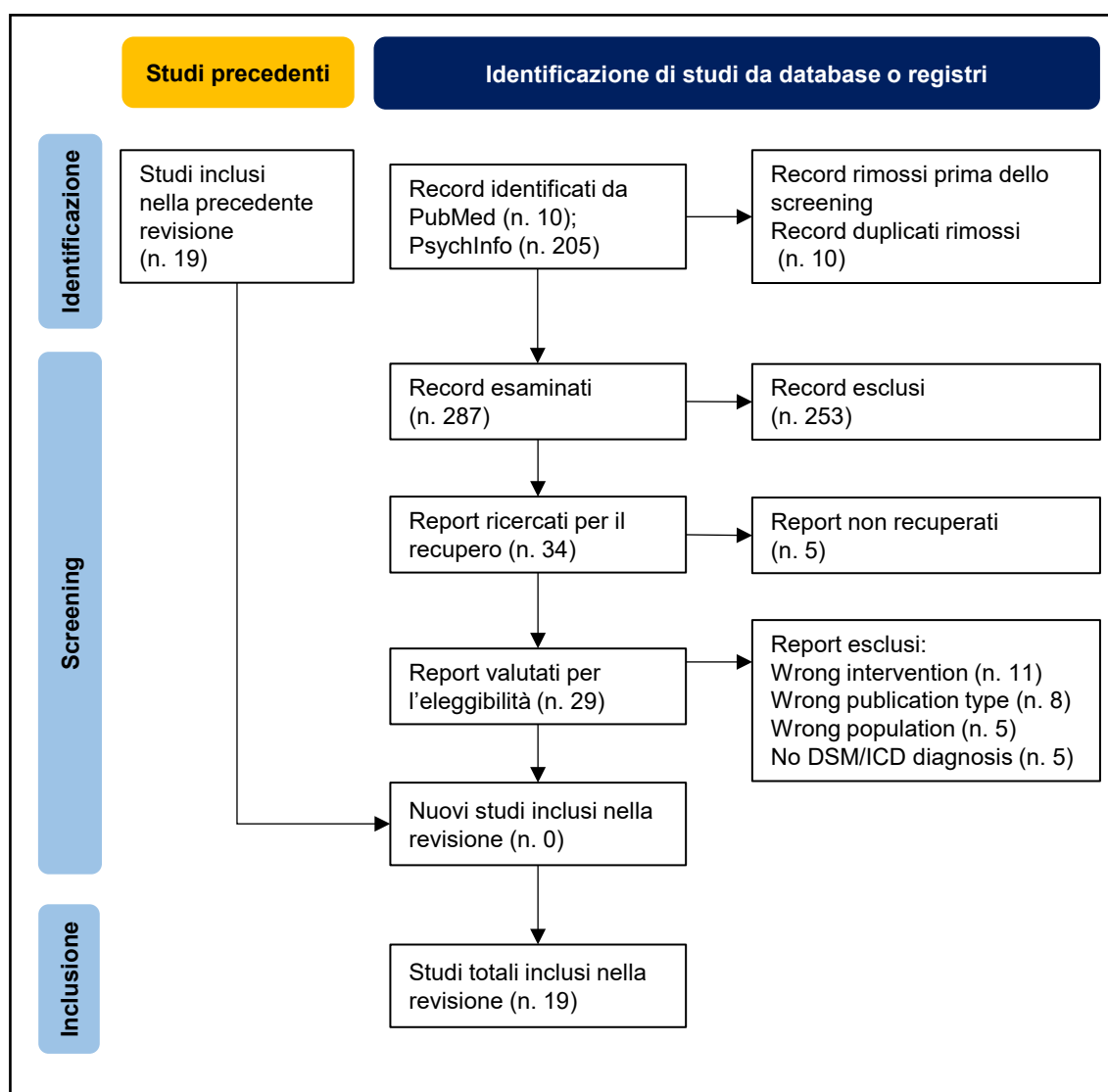


Figura 1. Disturbo dello spettro autistici: processo di selezione degli studi, dalla data di creazione dei database fino a giugno 2024

## Risultati

Il processo di estrazione e sintesi dei 19 studi è stato condotto da almeno due revisori indipendenti. In questa revisione, gli interventi derivati dalla telemedicina sono stati esaminati distinguendo quelli con coinvolgimento prioritario dei genitori da quelli con coinvolgimento prioritario del bambino/adolescente in cui i genitori hanno un ruolo di supporto o complementare. Per quanto riguarda le cornici teoriche di riferimento, gli interventi di telemedicina sono stati esaminati secondo il raggruppamento recentemente pubblicato nel Sistema Nazionale Linee Guida dell'Istituto Superiore di Sanità sulla diagnosi e il trattamento del disturbo dello spettro autistico nei bambini e negli adolescenti (ISS, 2023). Gli interventi di telemedicina hanno coinvolto principalmente genitori e/o altre figure di cura in 16 studi (84%) (fascia d'età dei bambini/adolescenti: 1,3-17 anni) e bambini e/o adolescenti in 3 studi (fascia d'età dei bambini/adolescenti: 8-17 anni). Gli interventi di telemedicina con il coinvolgimento primario di genitori e/o altre figure di cura si basano sull'approccio ABA (n. 6), sull'intervento comportamentale naturalistico per lo sviluppo (n. 6), sui programmi educativi (n. 2), sull'approccio allo sviluppo (n. 1) e sulla terapia cognitivo-comportamentale (n. 1). Gli interventi di telemedicina con coinvolgimento primario di bambini e/o adolescenti si sono concentrati su programmi di gruppo di abilità sociali (n. 3).

Nella maggior parte degli studi, l'intervento è stato condotto da terapisti (n. 7), genitori (n. 6), psicologi (n. 2) e studenti supervisionati (n. 2), nei restanti studi da psicoterapeuti, clinici, specialisti dell'analisi del comportamento, consulenti, insegnanti, operatori con un ruolo di assistenza al genitore durante l'intervento e operatori specializzati. Le piattaforme e gli strumenti di videoconferenza utilizzati sono stati Zoom, Microsoft Teams, Google Community page, Google LLC, Skype, G-Suite, Mountain View, VSee e Adobe Connect Pro.

I disegni degli studi erano principalmente studi controllati randomizzati (*Randomized Controlled Trial* - RCT, n. 9) e studi pre-post (senza gruppo di controllo) (n. 9); il rimanente (n. 1) era uno studio quasi-sperimentale. La maggior parte degli studi (79%, n. 15) è stata condotta negli Stati Uniti, mentre una parte minore (16%, n. 3) è stata condotta in Italia. La maggior parte non ha indicato alcun conflitto di interessi (53%, n. 10).

### **Interventi erogati in telemedicina con il coinvolgimento primario dei genitori e/o caregiver**

#### **Interventi comprensivi basati sull'analisi applicata del comportamento**

Wacker *et al.* (2013) hanno valutato l'efficacia dell'analisi funzionale (*Functional Analysis*, FA) eseguita a distanza, misurata in base alla capacità dei genitori o di altri caregiver di identificare e valutare le funzioni sociali dei comportamenti problema. I genitori di bambini autistici con comportamenti problema hanno partecipato a sessioni settimanali in presenza presso un centro clinico. I consulenti comportamentali eseguivano a distanza le sessioni di FA insegnando ai genitori a completare le procedure di valutazione. Durante le sessioni a distanza, un assistente genitoriale forniva supporto in loco ai bambini secondo le necessità dei genitori; i genitori invece assumevano il ruolo di terapeuti e completavano tutte le procedure previste dalla FA. Lo studio ha concluso che i consulenti comportamentali possono condurre la FA a distanza. Il modello di fornitura di servizi di tele-consultazione è stato ritenuto capace di migliorare l'accessibilità al servizio e gli autori e le autrici lo hanno considerato un'alternativa economicamente vantaggiosa per la fornitura di servizi di FA (Wacker *et al.*, 2013).

Lindgren *et al.* (2016) hanno condotto un'analisi comparativa dei risultati e dei costi associati a tre diversi modelli di implementazione di procedure ABA che incorporano FA e *Functional*

*Communication Training* (FCT). I modelli di erogazione del trattamento si differenziavano per il contesto in cui i genitori di bambini autistici avevano ricevuto la formazione da parte dei consulenti comportamentali:

- 1) *trattamento a domicilio*: i genitori avevano ricevuto la formazione a casa;
- 2) *telemedicina in clinica*: i genitori avevano ricevuto la formazione presso una clinica regionale vicina alla loro abitazione;
- 3) *telemedicina a casa*: i genitori erano stati formati presso il proprio domicilio.

Tutti e tre i modelli implementati nello studio sembravano capaci di ridurre efficacemente i comportamenti problema, indipendentemente dal fatto che fossero erogati da consulenti in persona o tramite *video coaching* a distanza. Lo studio non ha evidenziato differenze clinicamente significative nei risultati comportamentali legati ai diversi modelli di erogazione. L'accettabilità del trattamento è stata elevata in tutti e tre i gruppi. I costi di implementazione sono stati notevolmente inferiori per la teleassistenza domiciliare ed entrambi i modelli di teleassistenza si sono rivelati significativamente meno costosi del trattamento a domicilio.

Lindgren *et al.* (2020) hanno valutato l'efficacia della FCT condotta da genitori supportati in tempo reale attraverso un *coaching* tele-assistito rispetto al trattamento *as usual*. Il gruppo FCT otteneva una riduzione media dei comportamenti problema del 98%, mentre non veniva segnalato alcun miglioramento complessivo del comportamento nel gruppo di controllo nel corso delle 12 settimane. La dimensione dell'effetto per il cambiamento del comportamento era notevolmente grande, pari a 1,57, e venivano osservati miglioramenti anche nella comunicazione sociale e nel completamento dei compiti (Lindgren *et al.*, 2020).

Gerow *et al.* (2023) hanno analizzato l'efficacia di un programma di *coaching* erogato in telemedicina per genitori e nonni di bambini autistici. Lo studio è stato condotto per circa 2 mesi con 1 o 2 sessioni settimanali. Questo intervento prevedeva che i terapisti specializzati affiancassero i *caregiver* con interventi basati su approcci ABA e naturalistici. Mentre sono stati notati miglioramenti nell'adeguatezza dei comportamenti di coinvolgimento dei bambini, altre misure pre-post trattamento non hanno mostrato cambiamenti significativi. I *caregiver* che hanno risposto alla valutazione finale hanno giudicato il trattamento complessivamente accettabile ed efficace. La ricerca concludeva che il *coaching* erogato in telemedicina può consentire ai *caregiver* di implementare gli interventi (Gerow *et al.*, 2023).

Pennefather *et al.* (2018) hanno realizzato un programma di formazione online di 3 settimane per genitori di bambini autistici. Il programma comprendeva istruzioni sui principi ABA, strategie di riduzione dello stress e pratiche di mediazione basate sui principi dell'*Autism Community Training*. I risultati hanno rivelato esiti positivi, tra cui un aumento dei comportamenti prosociali e una diminuzione dei comportamenti iperattivi. Inoltre, si è registrata una riduzione dello stress dei genitori, un aumento delle conoscenze e un alto livello di soddisfazione dei genitori nei confronti dell'intervento (Pennefather *et al.*, 2018).

Marino *et al.* (2020) hanno confrontato gli effetti di interventi basati sull'ABA erogati in telemedicina e in presenza in bambini autistici. Lo studio comprendeva 3 fasi consecutive: 1) i genitori hanno partecipato a 12 sessioni di un intervento informativo di 2 ore sulle caratteristiche dell'autismo e sui principi ABA/comportamentali; 2) nella seconda fase, della durata di 12 settimane, i genitori hanno ricevuto 2 ore di terapia comportamentale di gruppo a settimana e tutti i bambini hanno ricevuto un'ora a settimana di terapia ABA individuale, con i genitori incoraggiati a osservare i terapisti durante le sessioni; 3) la fase finale ha confrontato 2 ore a settimana di *training* comportamentale per i genitori e di tele-*coaching* con il *training* in presenza per il gruppo di controllo. I risultati dello studio indicavano che l'intervento di telemedicina permetteva miglioramenti significativi nella gestione dello stress, nella percezione e gestione del comportamento dei bambini da parte dei genitori e nell'impatto dello stress dei genitori sul

comportamento dei bambini. La ricerca concludeva che l'intervento ABA erogato in telemedicina era efficace per le famiglie con bambini autistici, dopo la formazione iniziale dei genitori (Marino *et al.*, 2020).

### **Interventi evolutivi comprensivi**

Garnett *et al.* (2022) hanno studiato l'efficacia del programma di intervento "Hanan More Than Words" (HMTW), un approccio basato sulla psicologia dello sviluppo e incentrato sulle abilità di comunicazione sociale e sul dominio pragmatico sociale. Gli obiettivi del programma comprendevano il potenziamento dell'interazione genitore-bambino, il miglioramento delle capacità di gioco e di imitazione del bambino e la promozione della capacità di risposta dei genitori alle iniziative comunicative del bambino. Il programma, che si è svolto nell'arco di 11 settimane in videoconferenza, prevedeva sessioni di gruppo con i genitori, integrate da sessioni individuali di *coaching* dal vivo e video-feedback con logopedisti qualificati. I risultati hanno mostrato un miglioramento della reattività dei genitori e dei comportamenti di comunicazione sociale nei bambini autistici (Garnett *et al.*, 2022).

### **Interventi naturalistici evolutivi comportamentali**

Vismara *et al.* (2013) hanno utilizzato la videoconferenza e un sito web autoguidato per un programma di formazione di 12 settimane, con un follow-up di 3 mesi, che ha coinvolto genitori di bambini autistici. Il programma mirava a migliorare la comunicazione tra genitori e terapeuti, a coinvolgere i genitori nell'implementazione e nella valutazione del P-ESDM (*Parent-mediated Early Start Denver Model*) e a offrire risorse accessibili. Il programma di *coaching* copriva 10 argomenti di intervento, affrontando settimanalmente una nuova abilità genitoriale e perfezionando quelle precedentemente insegnate. Gli argomenti comprendevano l'aumento dell'attenzione e della motivazione del bambino, l'uso di routine sociali sensoriali, la promozione dell'impegno diadico e di routine di attività congiunte, il miglioramento della comunicazione non verbale, lo sviluppo delle capacità di imitazione, la facilitazione dell'attenzione congiunta, la promozione dello sviluppo del linguaggio, l'uso di relazioni antecedente-comportamento-conseguenza ("ABC dell'apprendimento"), l'impiego di tecniche di sollecitazione e di dissolvenza della sollecitazione e la conduzione di valutazioni funzionali del comportamento per sviluppare nuovi interventi. Sono state valutate le capacità di intervento dei genitori, l'impegno sul sito web, il linguaggio verbale e le capacità di attenzione congiunta dei bambini. La formazione derivata dalla telemedicina ha dimostrato la capacità di sostenere le abilità di intervento e l'impegno dei genitori, migliorando il linguaggio verbale e le capacità di attenzione congiunta dei bambini (Vismara *et al.*, 2013).

Vismara *et al.* (2016) hanno confrontato la formazione genitoriale sul modello P-ESDM, effettuata attraverso 12 sessioni settimanali in telemedicina, con un programma di intervento precoce di tipo comunitario. I risultati hanno indicato che, al termine della formazione e del follow-up, la formazione erogata in telemedicina era associata a una maggiore fedeltà e soddisfazione dei genitori nell'implementazione del P-ESDM rispetto al gruppo di controllo. Le abilità di comunicazione sociale dei bambini risultavano migliorate in entrambi i gruppi (Vismara *et al.*, 2016).

Ingersoll *et al.* (2016) hanno condotto un RCT (*Randomized Controlled Trial*) per confrontare l'impatto degli interventi di telemedicina autogestiti e assistiti da terapeuti per i genitori di bambini autistici. Le sessioni prevedevano che i genitori guardassero una presentazione con esempi video, leggessero materiale e rispondessero a domande di verifica. I genitori, inoltre, fruivano di brevi video e realizzando attività pratiche a casa, veniva loro fornito un feedback sull'applicazione delle tecniche. Il programma si concentrava sulla comunicazione sociale

utilizzando l'approccio degli interventi comportamentali naturalistici evolutivi (NBDI). In entrambi i gruppi i bambini presentavano un miglioramento delle competenze linguistiche, con una tendenza a maggiori benefici nel gruppo assistito dal terapeuta. In particolare, solo i bambini del gruppo assistito dal terapeuta mostravano miglioramenti nelle abilità sociali. I genitori di entrambi i gruppi mostravano risultati positivi nella fedeltà all'intervento, autoefficacia, livelli di stress e percezione positiva dei figli. In particolare, il gruppo assistito dal terapeuta mostrava maggiori risultati nella fedeltà dei genitori nell'intervento e nella percezione positiva dei bambini. Nel complesso, entrambi i modelli hanno mostrato la fattibilità dell'intervento mediato dai genitori implementato attraverso la telemedicina con ulteriori benefici associati alla disponibilità di assistenza da parte del terapeuta (Ingersoll *et al.*, 2016).

Wainer *et al.* (2021) hanno condotto un RCT di 15 settimane per valutare l'efficacia e l'accettabilità del *Reciprocal Imitation Training* (RIT) online rispetto a un trattamento *as usual*. Il RIT online consiste in un intervento digitale sotto forma di sito web interattivo sviluppato per insegnare il RIT ai genitori di bambini piccoli con o a rischio di ASD. I risultati hanno indicato che il gruppo RIT mostrava punteggi migliori nella comunicazione sociale del bambino, senza differenze significative tra i gruppi per quanto riguarda le capacità di imitazione e la qualità di vita della famiglia. Il RIT online è stato valutato positivamente in termini di accettabilità e fattibilità. Sono emerse differenze significative tra i gruppi nella fedeltà dei genitori e nell'autoefficacia (Wainer *et al.*, 2021).

Vismara *et al.* (2012) hanno valutato la fattibilità e l'accettabilità di un intervento per genitori ESDM erogato in telemedicina per famiglie con bambini autistici. L'intervento, della durata di 12 ore, istruiva i genitori a creare momenti didattici nelle attività quotidiane per incoraggiare l'uso spontaneo del linguaggio e l'imitazione del bambino. I risultati hanno indicato che i genitori erano soddisfatti del supporto e hanno trovato il formato fornito dalla telemedicina favorevole a un apprendimento efficace (Vismara *et al.*, 2012).

Gentile *et al.* (2022) hanno analizzato l'efficacia del programma ATHENA, un intervento precoce mediato dai genitori, della durata di 6 mesi, progettato per i bambini autistici. Basato sull'approccio NBDI, la partecipazione al programma ATHENA ha potenziato i genitori e ridotto i loro livelli di stress. Inoltre, è stato osservato un miglioramento generale nella capacità dei genitori di stimolare l'apprendimento dei figli (Gentile *et al.*, 2022).

### **Interventi educativi comprensivi**

Ruble *et al.* (2013) hanno valutato l'efficacia del modello COMPASS (*Collaborative Model for Promoting Competence and Success*) erogato in telemedicina. L'intervento COMPASS si concentra sulle aree chiave dell'autismo identificate da insegnanti e genitori (abilità sociali, comunicazione e indipendenza) e comprende la definizione di obiettivi collaborativi e lo sviluppo di piani didattici per ciascuna abilità. In questo studio, le diadi insegnante-bambino sono state randomizzate in uno dei 3 gruppi: 1) insegnanti che non hanno ricevuto COMPASS, 2) insegnanti che hanno ricevuto COMPASS seguito da sessioni di *coaching* di persona (FF) e 3) insegnanti che hanno ricevuto COMPASS seguito da sessioni di *coaching* via web (WEB). I risultati hanno indicato un effetto significativo per i gruppi che hanno ricevuto COMPASS rispetto al gruppo di controllo, ma non sono state osservate differenze significative nelle abilità sociali e comunicative e in misure complessive di indipendenza tra i gruppi FF e WEB, indicando l'equivalenza del *coaching* di persona o a distanza (Ruble *et al.*, 2013).

Kuravackel *et al.* (2018) hanno studiato gli effetti della telemedicina COMPASS for Hope (C-HOPE) sulle variabili associate al comportamento problema manifestato dal bambino, alla competenza dei genitori, allo stress dei genitori, all'alleanza di gruppo e alla soddisfazione dei genitori in bambini autistici, per 8 settimane. Il programma C-HOPE comprendeva attività volte a favorire l'interazione tra i genitori e a migliorare le loro conoscenze e competenze. L'intervento

è stato erogato attraverso sessioni di gruppo (4 sessioni della durata di circa 2 ore) e contesti individuali (4 sessioni della durata di circa un'ora). I genitori o i *caregiver* sono stati assegnati in modo casuale a una delle 3 condizioni: 1) trattamento in presenza, 2) trattamento in telemedicina e 3) controllo in lista d'attesa. Nella condizione in telemedicina, i genitori si sono riuniti in una clinica nel campus universitario o in un centro sanitario regionale dotato di funzionalità di videoconferenza sicura, attraverso la quale i medici si sono collegati da una sede separata. Le sessioni individuali nella condizione in telemedicina sono state condotte in teleconferenza. I genitori che hanno partecipato al C-HOPE hanno registrato un miglioramento dello stress e della competenza e hanno riferito una riduzione significativa dei problemi comportamentali dei figli. L'alleanza terapeutica è stata valutata in modo simile tra i genitori del gruppo in presenza e quelli del gruppo in telemedicina, nonostante l'assenza fisica del terapeuta in quest'ultima condizione. Inoltre, le valutazioni dei genitori sulla fedeltà e sulla soddisfazione del trattamento non sono state influenzate dalla modalità di intervento (Kuravackel *et al.*, 2018).

### **Terapia cognitivo comportamentale**

McCrae *et al.* (2021) hanno analizzato l'efficacia del trattamento cognitivo-comportamentale (CBT) in telemedicina per l'insonnia nei bambini autistici. La CBT comprendeva 8 sessioni facilitate da un terapeuta. La CBT erogata in telemedicina ha migliorato i livelli di sonno e di funzionamento dei bambini riducendo l'irritabilità, la letargia, le stereotipie, l'iperattività, il linguaggio inappropriato e il loro stato di eccitazione. Inoltre, l'intervento ha ridotto la stanchezza dei genitori. Questo studio ha evidenziato la fattibilità della CBT somministrata in telemedicina per l'insonnia infantile, mostrando il suo potenziale nel migliorare il sonno, il comportamento e l'eccitazione del bambino e nell'alleviare la stanchezza dei genitori (McCrae *et al.*, 2021).

## **Interventi erogati tramite telemedicina con il coinvolgimento primario di bambini o adolescenti**

### **Gruppi sulle abilità sociali**

Estabillo *et al.* (2022) hanno studiato l'efficacia del PEERS® (*Program for the Education and Enrichment of Relational Skills*) per gli adolescenti e hanno confrontato i risultati tra le sessioni erogate in telemedicina e quelle di persona. I risultati hanno mostrato miglioramenti significativi nelle abilità sociali complessive e nei comportamenti problema, nelle abilità sociali, nella reattività alle conoscenze e nell'impegno quando il PEERS® è stato condotto tramite telemedicina. I genitori hanno sempre preferito la modalità di telemedicina rispetto alle sessioni di persona (Estabillo *et al.*, 2022).

Adler *et al.* (2022) hanno studiato gli effetti del PEERS® *for Adolescents Telehealth*, un adattamento in telemedicina dell'intervento originale di abilità sociali in presenza per adolescenti autistici e per le figure di riferimento. I risultati hanno indicato una maggiore conoscenza delle abilità sociali, un aumento delle interazioni sociali e una riduzione dei sintomi autistici di base. I risultati preliminari suggeriscono che il PEERS® per adolescenti erogato in telemedicina migliori la competenza sociale, come riscontrato nella versione in presenza (Adler *et al.*, 2022).

Marino *et al.* (2023) hanno valutato l'efficacia di un *training* comportamentale online della durata di 4 mesi, confrontando un gruppo di autistici che ha ricevuto il trattamento online con un gruppo di controllo coinvolto nell'intervento tradizionale di persona. Mentre le competenze linguistiche pragmatiche osservate nel gruppo sperimentale erano paragonabili a quelle del gruppo di controllo, il miglioramento complessivo delle competenze socio-pragmatiche era maggiore per i preadolescenti autistici che hanno ricevuto il *training* di persona. I risultati hanno sostenuto l'efficacia del programma di *coaching* telemedico-assistenziale per i preadolescenti

autistici, mostrando risultati equivalenti o favorevoli rispetto agli interventi di persona (Marino *et al.*, 2023).

## Discussione

La presente revisione sistematica esamina gli interventi erogati in telemedicina per bambini e adolescenti autistici. Le evidenze sono emerse da un numero limitato di studi (n.19) che riportano principalmente interventi erogati in telemedicina rivolti ai genitori che consistono in interventi di *coaching*, formazione e informazione basati su approcci strutturati (Garnett, 2022; Gentile, 2022; Gerow *et al.*, 2023; Ingersoll, 2016; Kuravackel, 2018; Lindgren, 2016; Lindgren, 2020; Marino, 2020; McCrae, 2021; Pennefather, 2018; Ruble, 2023; Vismara, 2012; Vismara, 2013; Vismara, 2016; Wacker, 2013; Wainer, 2021), dove gli interventi di formazione ABA e NDBI risultano essere i più rappresentati (6 studi ciascuno). Gli interventi utilizzati direttamente dai bambini consistevano in interventi manualizzati volti a promuovere le abilità sociali dei bambini di età superiore agli 8 anni (Adler *et al.*, 2022; Estabillo *et al.*, 2022; Marino *et al.*, 2023). Nel complesso, le evidenze offrono spunti di riflessione su 3 principali aspetti dell'applicazione di interventi in telemedicina nell'autismo: l'efficacia, la popolazione che può beneficiare dell'intervento e le condizioni di implementazione che incidono sui costi. Per quanto riguarda l'efficacia, i risultati dei 6 studi inclusi sugli interventi di formazione ABA, incentrati sull'insegnamento di tecniche specifiche per migliorare la relazione genitore-bambino, hanno mostrato una riduzione dei comportamenti problema e la promozione dei comportamenti desiderati, con efficacia trasversale agli studi (Wacker *et al.*, 2013; Lindgren *et al.*, 2016; Lindgren *et al.*, 2020; Gerow *et al.*, 2023). Allo stesso modo, gli interventi volti alla riduzione dello stress, al miglioramento del benessere e alla gestione efficace della relazione genitori-figli hanno dato risultati positivi (Pennefather *et al.*, 2018; Marino *et al.*, 2020). I 6 studi che hanno evidenziato l'efficacia del genitore nell'acquisizione e nell'attuazione delle strategie NDBI hanno mostrato un'elevata fedeltà. Inoltre, la ricerca indica miglioramenti nei comportamenti socio-comunicativi dei bambini. Recenti meta-analisi, come quella di Sandbank *et al.* (2020), sottolineano l'efficacia degli NDBI come interventi primari per l'ASD. L'efficacia dei 2 studi sugli interventi di formazione e *coaching* educativo basati sul web è apparsa simile rispetto a quella degli interventi condotti di persona utilizzando il modello COMPASS (Ruble *et al.*, 2013). Tuttavia, gli studi inerenti a questo modello suggeriscono che l'implementazione dell'intervento in telemedicina può facilitare l'utilizzo efficiente ed efficace delle risorse disponibili migliorando gli interventi educativi ricevuti dai bambini autistici da parte dei loro insegnanti a scuola e riducendo al contempo il tempo speso dai professionisti per gli spostamenti. Allo stesso modo, l'intervento manualizzato HMTW realizzato in telemedicina ha sostenuto i genitori e *caregiver* nelle strategie comunicative più efficaci per facilitare l'interazione e lo sviluppo del linguaggio nei bambini con diagnosi di ASD (Green *et al.*, 2010; Kasari *et al.*, 2014; Wetherby *et al.*, 2014), sfruttando il video-feedback e l'intervento a distanza nell'ambiente naturale del bambino facilitato da clinici competenti. Inoltre, la fattibilità dell'intervento CBT in telemedicina per l'insonnia nei bambini autistici (McCrae *et al.*, 2021) suggerisce la possibile sperimentazione e implementazione dell'intervento anche per problematiche di alimentazione, come l'alimentazione selettiva e comportamenti problema durante i pasti, nonché per le difficoltà nell'acquisizione di altre abilità di vita come l'igiene personale e l'autonomia nel vestirsi. Per affrontare questi problemi si potrebbero attuare programmi educativi basati sulla CBT, erogati tramite la telemedicina come intervento per i genitori. Infine, gli interventi di tele-riabilitazione mirati alle abilità sociali hanno mostrato risultati positivi nel miglioramento della conoscenza delle abilità sociali, della reattività sociale, dei comportamenti problema, dell'impegno sociale e dell'aumento

delle interazioni. Molti soggetti autistici e le loro famiglie hanno espresso la preferenza per il proseguimento dell'intervento sulle abilità sociali a distanza. Per quanto riguarda la popolazione che può beneficiare dell'intervento di telemedicina, tutti gli studi condotti sulla formazione di genitori e/o *caregiver* si sono concentrati su bambini di età inferiore ai 10 anni, con un'unica eccezione che includeva genitori di bambini/e e ragazzi/e fino a 17 anni (Gerow *et al.*, 2023). Gli studi che hanno sperimentato efficacia e fattibilità degli interventi erogati direttamente ai bambini e adolescenti autistici hanno incluso preadolescenti o adolescenti di età compresa tra gli 8 e i 15 anni. I criteri di inclusione di questi ultimi studi spesso prevedono il riscontro di motivazione e desiderio dell'individuo di partecipare al trattamento, assenza di disabilità cognitiva associata e l'assenza di comportamenti problema che dovrebbero essere considerati con maggiore attenzione negli studi futuri. L'estensione degli interventi a gruppi di età più precoci e più avanzate, sia per gli interventi rivolti ai *caregiver* che agli individui autistici, la valutazione dell'efficacia dell'intervento nelle varie fasi dello sviluppo e la validazione degli interventi per popolazioni diverse, sono direzioni di ricerca da percorrere.

Complessivamente, i risultati degli studi devono essere interpretati nel contesto della limitata disponibilità di informazioni o della variabilità delle caratteristiche cliniche dei bambini (età cronologica, profilo di sviluppo, abilità di base e grado di sintomi autistici) e delle caratteristiche dei genitori/*caregiver* (profili psicologici e adattivi, comunicazione, stili di apprendimento, livello di istruzione). La decisione di implementare interventi di tele-riabilitazione dovrebbe essere informata da un'accurata valutazione clinica delle caratteristiche del bambino, tenendo conto delle caratteristiche dei genitori/figure di cura. La ricerca futura dovrebbe anche indagare sulla fattibilità degli interventi di telemedicina, affrontando esplicitamente le sfide e i potenziali oneri che le famiglie devono affrontare, come l'entità del supporto familiare richiesto durante le sessioni di riabilitazione, l'abilità nel gestire i dispositivi tecnologici all'interno degli ambienti domestici, nonché qualsiasi aspetto sfavorevole che potrebbe influire sul benessere delle famiglie partecipanti. Si dovrebbe porre ulteriore enfasi su disegni sperimentali RCT con follow-up a distanza per la formazione tele-riabilitativa, con un'attenta valutazione della reattività dei genitori, della generalizzazione delle abilità e del mantenimento delle abilità acquisite. L'uso della tecnologia richiede strumenti adeguati e l'autosufficienza dei partecipanti, che meritano un'attenta considerazione. L'utilizzo della tecnologia e il coinvolgimento dei partecipanti a distanza comportano la necessità di strumenti tecnologici adeguati e il prerequisito che questi individui coinvolti possiedano un certo livello di autosufficienza e motivazione nel partecipare attivamente alle sessioni di riabilitazione. La presenza di caratteristiche di contesto e cliniche individuali che possono configurarsi come un potenziale ostacolo all'implementazione di interventi in telemedicina è un tema che richiede di essere affrontato anche in termini di equità. In questa cornice, le decisioni associate all'investimento di risorse in interventi di telemedicina dovrebbero essere accompagnate da una attenta verifica delle popolazioni potenzialmente escluse dall'accesso all'intervento per garantire loro equità di accesso alle cure e di servizi.

Infine, la letteratura sottolinea i vantaggi della tele-riabilitazione nel migliorare l'accesso agli interventi, soprattutto per le famiglie che si trovano in aree remote o poco servite o che incontrano difficoltà a partecipare alle sessioni di persona, una preoccupazione che si è accentuata durante la pandemia. Tuttavia, è fondamentale riconoscere che l'implementazione degli interventi di tele-riabilitazione può richiedere iniziative di formazione per il personale locale per sostenere le capacità logistiche e di adattamento (Wacker *et al.*, 2013). Ad esempio, l'attuazione di interventi di tele-riabilitazione educativa richiede una formazione specifica per gli operatori sanitari che conducono la formazione e il *coaching* e per gli insegnanti che erogano l'intervento educativo. La collaborazione tra i settori sanitario, familiare e scolastico è essenziale e richiede l'identificazione delle condizioni necessarie per interventi di alta qualità che integrino varie competenze in termini di formazione nei contesti sanitario, familiare e scolastico.

Gli studi che hanno affrontato il tema dei costi associati all'intervento in telemedicina hanno segnalato un risparmio a favore degli interventi in telemedicina (Wacker *et al.*, 2013; Lindgren *et al.*, 2016). Tuttavia, anche il tema dei costi e del risparmio associato all'implementazione degli interventi in telemedicina necessita di ulteriori studi specifici. Infatti, il costo del servizio di telemedicina dovrebbe essere valutato tenendo conto anche dei fattori quali la formazione dei professionisti coinvolti, il monitoraggio e l'assistenza che i professionisti forniscono durante l'intervento. Studi completi che valutino i costi, le risorse disponibili e i potenziali risparmi per le famiglie e le istituzioni sono essenziali e dovrebbero essere effettuati tenendo conto della potenziale trasferibilità nei contesti reali (Snowell *et al.*, 2020). Nell'ambito del contesto reale, l'intervento di telemedicina offre anche l'opportunità di sperimentare se e come sia possibile promuovere l'indipendenza e la generalizzazione delle abilità nei soggetti autistici, con l'obiettivo di promuovere il loro massimo potenziale di sviluppo.

Relativamente all'accettabilità dell'intervento, almeno 2 degli studi inclusi hanno riportato che i genitori hanno trovato gli interventi accettabili e hanno espresso un'elevata soddisfazione (Gerow *et al.*, 2023; Pennfather *et al.*, 2018). L'inclusione dei genitori e/o delle altre figure di cura nei gruppi di intervento rafforza il senso di solidarietà e di comunità, catalizzando una maggiore efficienza ed efficacia dei servizi. Va anche considerato che l'attuazione di questo approccio richiede una collaborazione continua tra l'équipe clinica e i genitori che partecipano attivamente. Si mantiene una stretta relazione nell'intervento in cui i genitori fungono sia da utenti del programma sia da attuatori attivi.

Nei contesti educativi, la presenza di un modello di intervento manualizzato, come il modello COMPASS identificato in letteratura (Ruble *et al.*, 2013), e di una valutazione sistematica dei risultati e della fedeltà sia per i professionisti del *coaching* che per gli insegnanti, oltre a garantire la qualità dell'intervento, rappresenta una sfida significativa per il sistema scolastico-sanitario in termini di formazione e organizzazione. Richiede inoltre un'adeguata digitalizzazione delle scuole e una formazione specializzata per gli insegnanti. La tele-riabilitazione potrebbe essere una risorsa preziosa per personalizzare e indirizzare gli interventi pedagogici per bambini e adolescenti. Questo approccio potrebbe anche facilitare una migliore integrazione della rete di interventi educativi e sociosanitari.

È giustificato un esame approfondito della teleassistenza, soprattutto alla luce delle preoccupazioni sulla privacy che riguardano lo scambio di dati online e i servizi sanitari attraverso strumenti digitali, in particolare per i trattamenti personalizzati per bambini e adolescenti. Le tecnologie emergenti devono privilegiare soluzioni sicure ed efficaci per garantire la privacy e la sicurezza (Hiwale *et al.*, 2023). La strategia globale sulla salute digitale 2020-2025 della WHO, che offre direttive basate sull'evidenza sugli interventi digitali all'interno dei sistemi sanitari, sottolinea l'importanza di diffondere e integrare sistematicamente la telemedicina nei percorsi di cura. Questa integrazione dovrebbe essere ben strutturata e allineata a un approccio strategico. È assolutamente necessario amplificare gli sforzi di ricerca e sviluppo per ottenere una comprensione più approfondita dei contesti autentici delle applicazioni di teleassistenza e determinare le modalità di applicazione più ottimali.

## Limitazioni

La qualità delle prove degli studi inclusi nella presente revisione sistematica è generalmente bassa condizionando il grado di fiducia che i professionisti e i decisori politici possono riporre nell'efficacia degli interventi in telemedicina destinati alle persone con autismo e alle loro famiglie. Gli studi futuri dovrebbero privilegiare metodologie sperimentali rigorose, comprese analisi di sottogruppo basate sulle caratteristiche del bambino/adolescente e della famiglia, per favorire l'attuazione dell'intervento. Inoltre, solo 2 studi hanno riportato un campione composto

per più del 50% da femmine e la fascia d'età coperta dagli studi va dai 2 ai 14 anni. Di conseguenza, urge la necessità di un maggior numero di studi RCT che comprendano una rappresentazione più equilibrata di entrambi i sessi e che includano partecipanti adolescenti e giovani adulti. Una maggiore rappresentanza di partecipanti di sesso femminile nel campione potrebbe fornire una comprensione più completa degli effetti dell'intervento. Inoltre, è importante che gli studi riportino con maggiore dettaglio i criteri adottati nel processo di definizione diagnostica dei partecipanti inclusi negli studi. La ricerca dovrebbe anche concentrarsi sulla delucidazione dei domini dei sintomi o delle condizioni co-occorrenti in cui la telemedicina potrebbe mostrare il suo impatto o i suoi limiti. Tutti gli studi inclusi sono stati condotti nei Paesi occidentali (il 79% negli Stati Uniti e il 16% in Italia). È fondamentale convalidare l'efficacia della teleassistenza, soprattutto nei Paesi a basso e medio reddito che devono affrontare barriere geografiche, linguistiche, culturali ed economiche. Il potenziale delle risorse online per superare questi ostacoli è significativo, ma è fondamentale colmare la lacuna della ricerca esistente attraverso analisi più approfondite delle effettive dinamiche contestuali (Tiwari *et al.*, 2023).

## Conclusioni

I risultati combinati di studi osservazionali e sperimentali indicano che gli interventi erogati in telemedicina hanno un'efficacia paragonabile a quella dei trattamenti tradizionali "di persona". I risultati dei tele-interventi sono promettenti in termini di: facilitazione degli interventi, soprattutto nelle situazioni in cui le famiglie hanno difficoltà ad accedere ai servizi; responsabilizzazione e coinvolgimento attivo dei genitori, con conseguente estensione del "tempo specificamente dedicato all'implementazione dell'intervento" in un contesto naturale e quotidiano, accanto ad altri interventi pianificati; potenzialità nel processo di generalizzazione dei comportamenti socio-comunicativi e dei precursori linguistici del bambino, come l'attenzione congiunta, la motivazione all'interazione, l'imitazione e i gesti. Il coinvolgimento di un gruppo di genitori è anche degno di nota come variabile che favorisce la promozione di un senso di solidarietà e comunità. Questo, a sua volta, migliora l'efficienza e l'efficacia complessiva dei servizi, garantendo una copertura più ampia per un numero maggiore di famiglie e bambini. A fronte di positivi riscontri in termini di accettabilità, gli interventi in telemedicina nel campo dell'autismo sollevano numerose sfide associate alla fattibilità e all'equità degli interventi. Anche la tematica dei costi associati e dei possibili risparmi richiede ulteriori studi e approfondimenti.

La ricerca futura dovrebbe condurre studi RCT, comprese analisi di sottogruppo basate sulle caratteristiche del bambino/adolescente e della famiglia, per favorire l'implementazione dell'intervento.

Sebbene l'adozione forzata della telemedicina durante la pandemia di COVID-19 abbia spinto i professionisti a valutarne il ruolo nel campo dell'autismo, una comprensione completa della sua efficacia, dei suoi benefici e dei costi associati deve ancora essere pienamente stabilita.

## Bibliografia

*L'asterisco indica gli studi inclusi nella revisione sistematica della letteratura.*

APA (American Psychiatric Association). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 5th ed., Text Revision*. Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2022.

\*Adler EJ, Schiltz HK, Glad DM, Lehman SA, Pardej SK, Stanley RE, Van Hecke AV. Brief report: A pilot study examining the effects of PEERS® for adolescents telehealth for autistic adolescents. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2022;52:5491–5499.

- Agostini M, Moja L, Banzi R, Pistotti V, Tonin P, Venneri A, Turolla A. Telerehabilitation and recovery of motor function: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2015;21:202–213.
- Camden C, Pratte G, Fallon F, Couture M, Berbari J, Tousignant M. Diversity of practices in telerehabilitation for children with disabilities and effective intervention characteristics: results from a systematic review. *Disability and Rehabilitation*. 2020;42:3424–3436.
- Correll CU, Cortese S, Croatto G, Monaco F, Krinitski D, Arrondo G, Ostinelli EG, Zangani C, Fornaro M, Estradé A, Fusar-Poli P, Carvalho AF, Solmi M. Efficacy and acceptability of pharmacological, psychosocial, and brain stimulation interventions in children and adolescents with mental disorders: an umbrella review. *World Psychiatry*. 2021;20:244–275.
- \*Estabillo JA, Moody CT, Poulhazan SJ, Adery LH, Denluck EM, Laugeson EA. Efficacy of PEERS® for adolescents via telehealth delivery. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2022;52:5232–5242.
- \*Garnett R, Davidson B, Eadie P. Telepractice delivery of an autism communication intervention program to parent groups. *Research in Autism Spectrum Disorders* 2022;91:1-18.
- \*Gentile M, Messineo L, La Guardia D, Arrigo M, Città G, Ayala A, Cusimano G, Martines P, Mendolia G, Allegra M. A parent-mediated telehealth program for children with autism spectrum disorder: Promoting parents' ability to stimulate the children's learning, reduce parenting stress, and boost their sense of parenting empowerment. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2022;52:5285–5300.
- \*Gerow S, Kirkpatrick M, McGinnis K, Sulak TN, Davis TN, Fritz S. Evaluation of a telehealth ABA program for caregivers of children with ASD. *Behavior Modification*. 2023;47:349–379.
- Green J, Charman T, McConachie H, Aldred C, Slonims V, Howlin P, Le Couteur A, Leadbitter K, Hudry K, Byford S, Barrett B, Temple K, Macdonald W, Pickles A. Parent-mediated communication-focused treatment in children with autism (PACT): a randomised controlled trial. *The Lancet*. 2010;375:2152–2160.
- Hiwale M, Walambe R, Potdar V, Kotecha K. A systematic review of privacy-preserving methods deployed with blockchain and federated learning for the telemedicine. *Healthcare Analytics*. 2023;3:100192.
- Hung Kn G, Fong KN. Effects of telerehabilitation in occupational therapy practice: A systematic review. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy Education*. 2019;32:3–21.
- \*Ingersoll B, Wainer AL, Berger NI, Pickard KE, Bonter N. Comparison of a self-directed and therapist-assisted telehealth parent-mediated intervention for children with ASD: A pilot RCT. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2016;46:2275–2284.
- ISS. *Raccomandazioni della linea guida sulla diagnosi e sul trattamento del disturbo dello spettro autistico in bambini e adolescenti*. Roma: Istituto Superiore di Sanità-Sistema Nazionale Linee Guida; 2023. Disponibile all'indirizzo <https://www-iss-it.iss.idm.oclc.org/-/raccomandazioni-lg-diagnosi-trattamento-di-bambini-adolescenti-con-asd>; ultima consultazione 26/6/25.
- Kasari C, Lawton K, Shih W, Barker TV, Landa R, Lord C, Orlich F, King B, Wetherby A, Senturk D. Caregiver-mediated intervention for low-resourced preschoolers with autism: An RCT. *Pediatrics* 2014;134:e72–e79.
- \*Kuravackel GM, Ruble LA, Reese RJ, Ables AP, Rodgers AD, Toland MD. COMPASS for hope: Evaluating the effectiveness of a parent training and support program for children with ASD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2018;48:404–416.
- Lai MC, Lombardo MV, Baron-Cohen S. Autism. *The Lancet*. 2014;383:896–910.
- \*Lindgren S, Wacker D, Schieltz K, Suess A, Pelzel K, Kopelman T, Lee J, Romani P, O'Brien M. A randomized controlled trial of functional communication training via telehealth for young children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2020;50:4449–4462.

- \*Lindgren S, Wacker D, Suess A, Schieltz K, Pelzel K, Kopelman T, Lee J, Romani P, Waldron D. Telehealth and autism: Treating challenging behavior at lower cost. *Pediatrics* 2016;137:S167–S175.
- \*Marino F, Chilà P, Failla C, Crimi I, Minutoli R, Puglisi A, Arnao AA, Tartarisco G, Ruta, L, Vagni D, Pioggia G. Tele-assisted behavioral intervention for families with children with autism spectrum disorders: a randomized control trial. *Brain Sciences* 2020;10:649.
- \*Marino F, Failla C, Bruschetta R, Vetrano N, Scarcella I, Doria G, Chilà P, Minutoli R, Vagni D, Tartarisco G, Cerasa A, Pioggia G. TeleRehabilitation of social-pragmatic skills in children with autism spectrum disorder: a principal component analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023;20:3486.
- \*McCrae CS, Chan WS, Curtis AF, Nair N, Deroche CB, Muñoz M, Takamatsu S, McLean D, Davenport M, Muckerman JE, Takahashi N, McCann D, McGovney K, Sahota P, Mazurek MO. Telehealth cognitive behavioral therapy for insomnia in children with autism spectrum disorder: A pilot examining feasibility, satisfaction, and preliminary findings. *Autism* 2021;25:667–680.
- Micai M, Caruso A, Gila L, Campanella F, Colombi C, Funari F, Scordino V, Sogos C, Veronesi C, Zili V, Fulceri F, Scattoni ML. Effectiveness, implementation settings, and research priorities of telemedicine-delivered interventions for children and adolescents with autism spectrum disorder: A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev.* 2024 Nov;166:105875. doi: 10.1016/j.neubiorev.2024.105875.
- Ospina MB, Krebs Seida J, Clark B, Karkhaneh M, Hartling L, Tjosvold L, Vandermeer B, Smith, V. Behavioural and developmental interventions for autism spectrum disorder: a clinical systematic review. *PLoS ONE* 2008;3:e3755.
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews* 2016;5:210.
- Pacione L. Telehealth-delivered caregiver training for autism: Recent innovations. *Frontiers in Psychiatry* 2022;13:916532.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal* 2021;372:71.
- \*Pennefather J, Hieneman M, Raulston TJ, Caraway N. Evaluation of an online training program to improve family routines, parental well-being, and the behavior of children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders* 2018;54:21–26.
- Ribas O, (Previously Marzena Szkodo), Micai M, Caruso A, Fulceri F, Fazio M, Scattoni, ML. Technologies to support the diagnosis and/or treatment of neurodevelopmental disorders: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 2023;145:105021.
- \*Ruble LA, McGrew JH, Toland MD, Dalrymple NJ, Jung LA. A randomized controlled trial of COMPASS web-based and face-to-face teacher coaching in autism. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 2013;81:566–572.
- Sandbank M, Bottema-Beutel K, Crowley S, Cassidy M, Dunham K, Feldman JI, Crank J, Albarran SA, Raj S, Mahbub P, Woynaroski TG. Project AIM: Autism intervention meta-analysis for studies of young children. *Psychological Bulletin* 2020;146:1–29.
- Shukla H, Nair S, Thakker D. Role of telerehabilitation in patients following total knee arthroplasty: Evidence from a systematic literature review and meta-analysis. *Journal of Telemedicine and Telecare* 2017;23:339–346.
- Snoswell CL, Taylor ML, Comans TA, Smith AC, Gray LC, Caffery LJ. Determining if Telehealth Can Reduce Health System Costs: Scoping Review. *Journal of Medical Internet Research* 2020;22:e17298.
- Tachibana Y, Miyazaki C, Ota E, Mori R, Hwang Y, Kobayashi E, Terasaka A, Tang J, Kamio, Y. A systematic review and meta-analysis of comprehensive interventions for pre-school children with autism spectrum disorder (ASD). *PLoS ONE* 2017; 12:e0186502.

- Tiwari BB, Kulkarni A, Zhang H, Khan MM, Zhang DS. Utilization of telehealth services in low- and middle-income countries amid the COVID-19 pandemic: a narrative summary. *Global Health Action* 2023;16:2179163.
- Valentine AZ, Brown BJ, Groom MJ, Young E, Hollis C, Hall CL. A systematic review evaluating the implementation of technologies to assess, monitor and treat neurodevelopmental disorders: A map of the current evidence. *Clinical Psychology Review* 2020;80:101870.
- \*Vismara LA, Young GS, Rogers SJ. Telehealth for expanding the reach of early autism training to parents. *Autism Research and Treatment* 2012;1:121878.
- \*Vismara LA, McCormick C, Young GS, Nadhan A, Monlux K. Preliminary findings of a telehealth approach to parent training in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 2013;43:2953-2969.
- \*Vismara LA, McCormick CEB, Wagner AL, Monlux K, Nadhan A, Young GS. Telehealth parent training in the Early Start Denver Model: Results from a randomized controlled study. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities* 2016;33:67-79.
- \*Wacker DP, Lee JF, Dalmau YCP, Kopelman TG, Lindgren SD, Kuhle J, Pelzel KE, Waldron DB. Conducting functional analyses of problem behavior via telehealth. *Journal of Applied Behavior Analysis, Functional analysis: Commemorating thirty years of research and practice* 2013;46:31-46.
- \*Wainer AL, Arnold ZE, Leonczyk C, Valluripalli Soorya L. Examining a stepped-care telehealth program for parents of young children with autism: a proof-of-concept trial. *Molecular Autism* 2021;12:32.
- Wetherby AM, Guthrie W, Woods J, Schatschneider C, Holland RD, Morgan L, Lord C. Parent-Implemented Social Intervention for Toddlers With Autism: An RCT. *Pediatrics* 2014;134:1084-1093.
- WHO. *International statistical classification of diseases and related health problems. 10th revision (ICD-10)*. Geneva: World Health Organization; 1993.
- WHO. *Global strategy on digital health 2020-2025*. Geneva: World Health Organization; 2021

# **DISTURBO DA DEFICIT DI ATTENZIONE/IPERATTIVITÀ: EVIDENZE E PRATICHE DI TELERIABILITAZIONE IN ETÀ EVOLUTIVA**

Lidia Barbati (a), Slavko Danzè (b), Antonella Gagliano (c), Giuliana Geusa (a), Giulia Marucci (a), Gian Marco Marzocchi (d), Angelo Rega (e), Carlotta Tornatore (f), Christian Veronesi (g)

(a) CRC-Centro Ricerca e Cura, Roma

(b) Consorzio Siciliano di Riabilitazione – Associazione Italiana Assistenza Spastici, Catania

(c) Dipartimento di Patologia Umana, Università di Messina, Messina

(d) Dipartimento di Psicologia, Università di Milano Bicocca, Milano

(e) Dipartimento di Psicologia e Scienze della Salute, Università Digitale Pegaso, Napoli

(f) Associazione Neuroscienze Cognitive Clinica Ricerca Intervento, Torino

(g) Tutela Salute Mentale e Riabilitazione in Età Evolutiva, ASL Roma 2, Roma

## **Introduzione**

Il disturbo da deficit di attenzione/iperattività, traduzione dall'inglese di *Attention Deficit/Hyperactivity Disorder* (ADHD), è un disturbo del neurosviluppo, le cui caratteristiche principali sono: un persistente pattern di disattenzione e/o iperattività e l'impulsività che interferisce con il funzionamento o lo sviluppo. La disattenzione si caratterizza come difficoltà a mantenere l'attenzione per un periodo prolungato di tempo e si manifesta come divagazione dal compito, mancanza di perseveranza, e disorganizzazione. L'iperattività si riferisce ad un'eccessiva attività motoria in momenti non appropriati, ad un'eccessivo dimenarsi, ai tamburellamenti delle dita, o ad un'eccessiva loquacità. L'impulsività si riferisce ad azioni affrettate che avvengono all'istante, senza premeditazione e che hanno un alto potenziale di danno per la persona; l'impulsività può riflettere una difficoltà nel ritardare la gratificazione (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th edition*, DSM-5) (APA, 2013; Sonuga-Barke, 2002).

Secondo i criteri del DSM-5 (APA, 2013), la diagnosi di ADHD può essere formulata in presenza di sintomi di disattenzione e/o di iperattività-impulsività persistiti per almeno 6 mesi con un'intensità incompatibile con il livello di sviluppo e che ha un impatto negativo diretto sulle attività sociali e scolastiche/lavorative. I criteri prevedono inoltre che diversi sintomi siano presenti in almeno due contesti e che abbiano avuto un esordio prima dei 12 anni.

L'ADHD è una condizione *lifespan*, che tende a coprire l'intero arco di vita dell'individuo, con caratteristiche psicopatologiche centrali che si mantengono costanti nel tempo (Guidetti & Galli, 2006). Sebbene nei primi anni di vita molti genitori osservino un'eccessiva attività motoria, questo disturbo viene più spesso riconosciuto negli anni della scuola primaria con la disattenzione che diventa più preminente e invalidante. Il DSM-5 (APA, 2013) indica una certa stabilità del disturbo durante la prima adolescenza (sebbene in alcuni si possano sviluppare comportamenti antisociali) e riporta che l'iperattività motoria può attenuarsi in età adulta, pur persistendo disattenzione, scarsa pianificazione e impulsività. Le linee guida della Società Italiana di Neuropsichiatria dell'Infanzia e dell'Adolescenza sull'ADHD (SINPIA, 2022) indicano che circa la metà dei bambini con ADHD continua a mostrare disattenzione e iperattività in adolescenza e in età adulta.

Le persone con diagnosi di ADHD possono presentare disturbi associati. Guidetti e Galli (2006) affermano che circa il 50% dei bambini con ADHD presenta almeno due disturbi

psichiatriche che co-occorrono (Zuddas *et al.*, 2000). Le problematiche che si presentano in associazione all'ADHD sono molto varie, tanto che sono stati individuati tre principali cluster di disturbi: disturbi del comportamento (Jensen *et al.*, 1997), disturbi ansiosi e dell'umore (Biederman *et al.*, 1996; Kuhne *et al.*, 1997), disturbi del linguaggio e disturbi dell'apprendimento (Cohen *et al.*, 2000; Tannock *et al.*, 2000).

Molti dettagli delle cause e della fisiopatologia dell'ADHD non sono ad oggi noti, tuttavia, il disturbo ADHD ha una componente genetica significativa (Faraone & Larsson, 2019), in associazione ad eventi di natura ambientale, tra cui uso da parte della madre di nicotina (Huang *et al.*, 2018) e di alcol (Mick *et al.*, 2002) durante la gravidanza, basso peso del nascituro (Faraone & Larsson, 2019). Tra i meccanismi neuropsicologici maggiormente studiati per comprendere il profilo dei bambini con ADHD rientrano le funzioni esecutive che includono i processi di inibizione, memoria di lavoro, flessibilità e pianificazione. Seppur in misura diversa, numerosi studi hanno riportato deficit delle funzioni esecutive nei bambini con ADHD (Marzocchi & Mingozzi, 2022).

È di fondamentale importanza che l'intervento terapeutico per i bambini e adolescenti con ADHD sia personalizzato e che avvenga attraverso un approccio multimodale, che includa il soggetto, la famiglia e la scuola, e una sinergica collaborazione delle parti coinvolte, al fine di raggiungere gli obiettivi clinici prefissati.

Considerata la complessità del disturbo e delle caratteristiche dell'intervento che deve essere attivato, è strategica l'identificazione di strumenti tecnologici che possano semplificare l'accesso e le modalità di erogazione del trattamento. Tuttavia, è prioritario verificare l'efficacia, la fattibilità e le criticità di implementazione dei percorsi in teleriabilitazione per i bambini e adolescenti con ADHD.

Questa revisione sistematica della letteratura internazionale indaga le sperimentazioni di interventi di teleriabilitazione diretti a bambini e adolescenti con ADHD, allo scopo di codificare le caratteristiche e le modalità di erogazione dell'intervento più adatte alle loro specifiche esigenze.

## Materiali e metodi

### Strategia di ricerca degli studi

La ricerca bibliografica è stata condotta su PubMed, MEDLINE, Embase, Cochrane Library, Scopus e Web of Science (con limitazione temporale: gennaio 2018 e aprile 2024 – per identificare studi con tecnologie informatiche recenti) ed ha previsto una stringa composta da tre componenti (telemedicina, età e ADHD):

[#1 “Telemedicine” OR #2 “Tele-medicine” OR #3 “tele medicine” OR #4 “telemedicine”(MeSH Terms) OR #5 “Telerehabilitat\*” OR #6 “tele-rehabilitation” OR #7 “tele rehabilitation” OR #8 “teleintervention” OR #9 “tele-intervention” OR #10 “tele intervention” OR #11 “tele-education” OR #12 “tele education” OR #13 “teletreatment” OR #14 “tele-treatment” OR #15 “tele treatment” OR #16 “telehealth” OR #17 “tele-health” OR #18 “tele health” OR #19 “telecare” OR #20 “tele-care” OR #21 “tele care” OR #22 “teletraining” OR #23 “tele-training” OR #24 “tele training” OR #25 “remote rehabilitation” OR #26 “remote treatment” OR #27 “remote intervention” OR #28 “eHealth” OR #29 “mHealth” OR #30 “m-health” OR #31 “mobile Health” OR #32 “mobile health technolog\*” OR #33 “mobile app\*” OR #34 “mobile tech\*” OR #35 “digital health” OR #36 “digital-health” OR #37 “Virtual rehabilitation\*” OR #38 “Virtual Reality” OR #39 “Augmented Reality” OR #40 “Enhanced Reality” OR #41 “Mixed Reality” OR #42 “serious game” OR #43 “internet of things” OR “IOT”]

[#1 “develop\* age” OR #2 “evolutionary age” OR #3 “children” OR #4 “adolescent\*” OR #5 “childhood” OR #6 “boyhood” OR #7 “girlhood” OR #8 “youth” OR #9 “teenager\*” OR #10 “tender age” OR #11 “growing years” OR #12 “infant\*” OR #13 “puberty” OR #14 “pubescence” OR #15 “juvenility” OR #16 “young adult\*”]

[#1 “ADHD” OR #2 “Attention Deficit Disorder with Hyperactivity/Impulsivity” OR #3 “Attention Deficit Disorder with Hyperactivity” OR #4 “Attention Deficit Disorder with Impulsivity” OR #5 “Attention Deficit Hyperactivity Disorder” #6 “Attention Deficit Disorder” OR #7 “Attention Deficit and Disruptive Behavior Disorder” OR #8 “Hyperkinesis Attention Deficit and Disruptive Behavior Disorder” OR #9 “Attention Deficit Disorder with Hyperkinesis” OR 10 # “Hyperkinesis”]

## Processo di selezione degli studi

Dopo la ricerca bibliografica, tutte le citazioni identificate sono state caricate nell'applicazione web di revisione sistematica Rayyan messa a punto dal Qatar Computing Research Institute (QCRI) (Ouzzani *et al.* 2016) e i duplicati sono stati rimossi. Sono stati inclusi studi controllati randomizzati (RCT) condotti su popolazioni di bambini/adolescenti con diagnosi di ADHD formulata in accordo ai criteri DSM-5. Sono stati esclusi: studi introduttivi, preliminari o di fattibilità (*background article*), case report, commenti, editoriali e evidenze qualitative (*wrong publication type*), studi che non includevano bambini/adolescenti con ADHD o studi che includevano soggetti con un'età maggiore di 18 anni (*wrong population*), studi che non misuravano l'efficacia del trattamento sui sintomi core ADHD secondo la definizione del DSM-5 (*wrong outcome*), studi con disegni non RCT (*Randomized Controlled Trial*) e/o presentavano un intervento effettuato attraverso la realtà virtuale (*Virtual Reality*, VR) o *serious game* in assenza di supervisione contingente da parte di un operatore (*wrong study design*), studi non redatti in lingua inglese (*foreign language*).

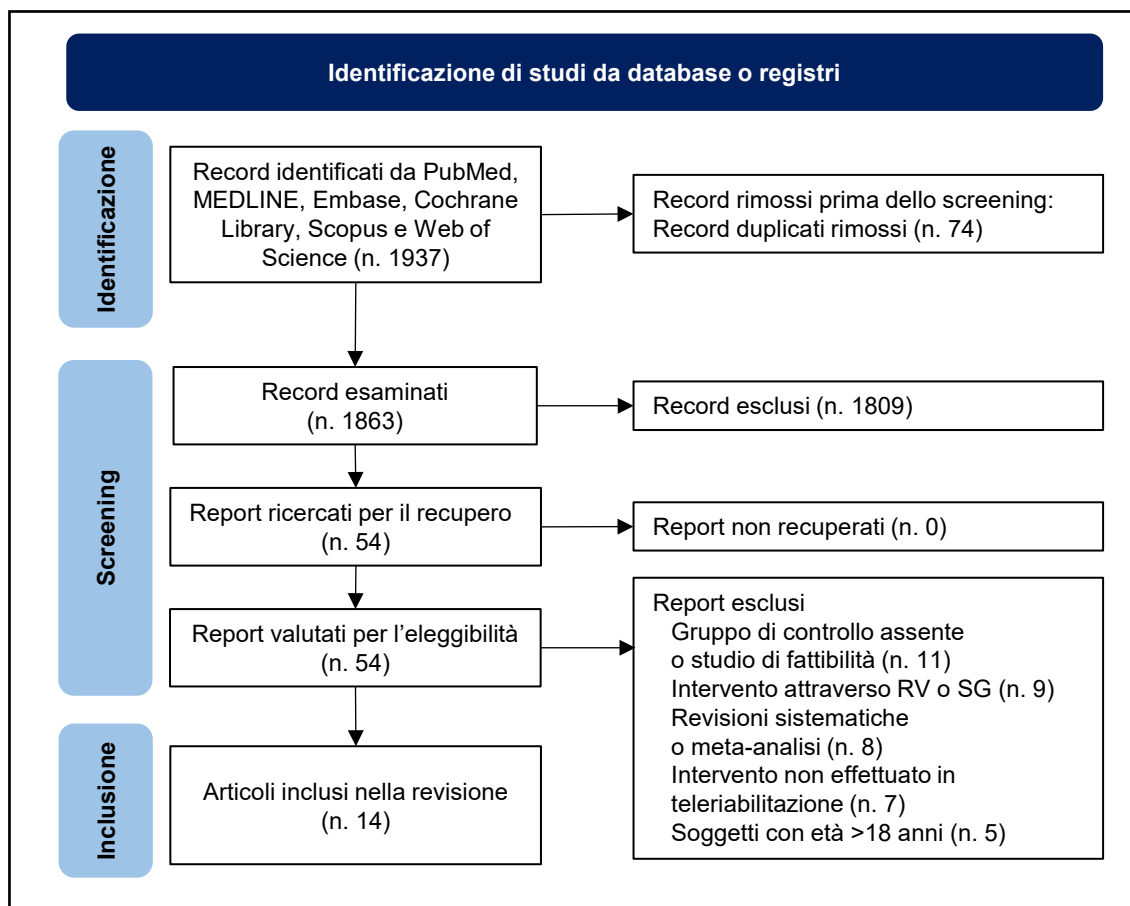
Due revisori indipendenti hanno effettuato il processo di selezione. In caso di disaccordo è stato richiesto il parere di un terzo revisore. Le referenze delle revisioni sistematiche individuate sono state utilizzate per la ricerca di ulteriori studi includibili.

## Risultati

La revisione sistematica è stata completata in due fasi di screening. Nella prima fase, 1937 articoli sono stati identificati dai motori di ricerca e 17 attraverso altre fonti. Dopo la rimozione dei duplicati, sono stati valutati 1863 articoli per titolo e abstract, di cui 1.809 sono stati esclusi. Nella seconda fase, sono stati valutati 54 studi per full-text: 8 articoli sono stati esclusi in quanto revisioni sistematiche o meta-analisi, 11 studi non prevedevano un gruppo di controllo o presentavano uno studio di fattibilità, 9 studi descrivevano un intervento effettuato attraverso VR o *serious game* in assenza di supervisione contingente da parte di un operatore, 7 studi includevano un intervento non effettuato in teleriabilitazione, 5 studi includevano soggetti con un'età maggiore di 18 anni. Al termine del processo di selezione sono stati inclusi 14 studi. Il processo di screening e valutazione degli studi è riportato in Figura 1 (Page *et al.*, 2021).

I 14 articoli inclusi sono stati divisi in tre gruppi sulla base dei soggetti target del trattamento e degli strumenti utilizzati:

- gruppo 1: articoli che descrivono gli interventi diretti al bambino/adolescente;
- gruppo 2: articoli che descrivono gli interventi di *Parent Training Online* (PTO);
- gruppo 3: articoli che descrivono gli interventi multimodali.



**Figura 1. Disturbo da deficit di attenzione/ipertattività: processo di selezione degli studi, da gennaio 2018 ad aprile 2024**

## Interventi diretti in età evolutiva

Sono stati selezionati sei studi che descrivono interventi diretti a bambini e adolescenti fino a 12 anni di età con diagnosi di ADHD (Kollins *et al.*, 2020; Bul *et al.*, 2016; Chacko *et al.*, 2014; Barkin *et al.*, 2023; Benzing & Schmidt, 2019; Luo *et al.*, 2023) il cui obiettivo era quello di valutare il miglioramento delle funzioni neuropsicologiche, motorie o entrambe, mediante l'utilizzo di software e/o tecniche di *neurofeedback* da utilizzare in autonomia o con la supervisione da parte di un adulto a distanza rispetto all'operatore.

In riferimento alle caratteristiche del disegno di studio, due articoli sono RCT (Chacko *et al.*, 2014; Luo *et al.*, 2023); uno è un RCT a singolo cieco (Barkin *et al.*, 2023), uno è un RCT con gruppo parallelo (Benzing & Schmidt, 2019), uno è un RCT in doppio cieco e con gruppo parallelo (Kollins *et al.*, 2020); uno è un RCT open-label con crossover (Bul *et al.*, 2016).

Relativamente all'età del campione selezionato, dei sei studi inclusi, tre fanno riferimento a un campione di bambini con età compresa fra 8 e 12 anni (Kollins *et al.*, 2020; Bul *et al.*, 2016; Benzing & Schmidt, 2019). Uno studio ha selezionato un campione con età compresa fra 7 e 11 anni (Chacko *et al.*, 2014), uno ha incluso bambini di età compresa fra 7 e 12 anni (Barkin *et al.*, 2023) e uno ha selezionato un campione con range d'età 7,1-12,3 anni.

Relativamente agli obiettivi clinici e alle metodologie implementate, gli studi sono stati suddivisi come segue:

- tre studi focalizzati sul potenziamento delle funzioni esecutive (Kollins *et al.*, 2020; Bul *et al.*, 2016; Chacko *et al.*, 2014);
- due studi focalizzati sul potenziamento delle funzioni esecutivo-motorie (Benzing & Schmidt, 2019; Barkin *et al.*, 2023);
- uno studio focalizzato sull'effetto del trattamento con neurofeedback (*NeuroFeedback Training*, NFT) (Luo *et al.*, 2023).

Relativamente agli studi focalizzati sul potenziamento delle funzioni esecutive, in due studi sono stati sperimentati i *serious games* (Kollins *et al.*, 2020; Bul *et al.*, 2016) e nell'altro studio un software tradizionale (Chacko *et al.*, 2014). Gli strumenti sono stati implementati su supporti elettronici come tablet (Kollins *et al.*, 2020) o computer (Bul *et al.*, 2016, Chacko *et al.*, 2014) con supervisione da parte di un terapeuta.

Lo studio di Kollins *et al.* (2020) ha valutato l'effetto dell'utilizzo di un software terapeutico (AKL-T01) basato su un algoritmo disegnato per migliorare l'attenzione e i processi cognitivi ad essa correlati, allenando la gestione dell'interferenza in compiti ad elevato livello di difficoltà. Lo studio ha utilizzato come misure di *outcome*:

- *Test of Variables of Attention - Attention Performance Index* (TOVA-API), uno strumento computerizzato validato che testa l'efficienza delle abilità di attenzione e controllo inibitorio;
- *Impairment Rating Scale* (IRS);
- *ADHD Rating Scale-IV* (ADHD-RS-IV);
- *Clinical Global Impressions – Improvement*;
- *Behavior Rating Inventory for Executive Functions* (BRIEF);
- questionario *ad hoc* per i beneficiari dell'intervento specifico per acquisire informazioni sui miglioramenti percepiti sulle componenti di attenzione nella vita quotidiana.

L'intervento ha avuto una durata totale di 4 settimane e una frequenza di 5 volte alla settimana per 25 minuti. Lo studio ha riscontrato che l'intervento con il software utilizzato migliorava significativamente le performance misurate con gli strumenti di *assessment* per la valutazione dell'attenzione. Nel questionario sui benefici percepiti non sono state riscontrate differenze nei report dei bambini ma solo in quelli dei genitori, a favore del gruppo sperimentale.

Lo studio di Chacko *et al.* (2014) ha indagato la possibilità di sfruttare un programma computerizzato ("*Cogmed*" *Working Memory Training*, CWMT) per migliorare l'efficienza della *working memory* attraverso l'uso di un'interfaccia simile a quella di un gioco, in cui i trial sono tarati sulla base delle capacità dell'individuo mediante un disegno adattivo a scala che aggiusta progressivamente la difficoltà del programma di trial in trial. Le misure di *outcome* scelte sono state:

- *Disruptive Behavior Disorder Rating Scale* (DBDRS) – Inattenzione e Iperattività/Impulsività – sia nella versione dei genitori che in quella degli insegnanti;
- *Automatic Working Memory Assessment* (AWMA) (uno strumento computerizzato per la valutazione delle abilità di *working memory*) nelle prove di Dot Matrix, Spatial Recall, Digit Recall, Listening Recall;
- actigrafo per la valutazione del movimento e dell'impulsività (un *device* per la rilevazione dell'accelerazione con unità di memoria a stato solido che registrano i movimenti per minuto);

- *A-X Continuous Performance Test* e le performance accademiche misurate con il *Wide Range Achievement Test 4 Progress - Monitoring Version* (nelle componenti di lettura di parole, completamento di frasi, computazione matematica e spelling).

L'intervento è stato condotto per 3 settimane, con un tempo di utilizzo di circa 30-45 minuti per sessione. Lo studio ha riscontrato una diminuzione nella severità della sintomatologia ADHD riportata dai genitori (ma non dagli insegnanti); tuttavia, non sono state riscontrate differenze significative fra il gruppo sperimentale e di controllo. Le performance al test di *working memory* valutato con l'AWMA hanno messo in luce che il gruppo sperimentale è migliorato significativamente rispetto al gruppo di controllo sulle misure di storage non verbale e verbale.

Lo studio di Bul *et al.* (2016) ha avuto come focus il potenziamento delle funzioni esecutive declinate nella loro componente utile alle *daily life skills*. Lo studio ha valutato l'effetto del *serious game* "Plan It Commander" nel supporto delle abilità di gestione del tempo, di pianificazione e organizzazione, e di cooperazione. Le principali misure di esito sono state i questionari somministrati a genitori e insegnanti:

- questionario sulla gestione del tempo;
- *Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF)-Plan/Organize*;
- *Social Skills Rating System (SSRS)-Cooperation*.

Le misure di esito secondarie sono state il questionario per genitori «*It's About Time Questionnaire*» (IATQ), un questionario di auto-efficacia self-report e un questionario sulla soddisfazione rispetto all'intervento (self-report e genitoriale). Il *training* è stato condotto per 10 settimane, tre volte alla settimana, per un massimo di 65 minuti. L'analisi dei dati alla prima rivalutazione a 10 settimane, ha evidenziato che il gruppo sperimentale mostrava miglioramenti statisticamente significativi nella gestione del tempo rispetto a quello in lista di attesa. Relativamente alle misure secondarie, dai questionari dei genitori è emerso un miglioramento significativo nelle abilità di memoria di lavoro, valutate mediante il BRIEF, e nelle abilità di responsabilità valutate con l'SSRS per il gruppo sperimentale. I questionari compilati dagli insegnanti hanno indicato un miglioramento nei bambini del gruppo sperimentale nelle abilità di gestione del tempo. Il gruppo in lista di attesa, dopo aver ricevuto anch'esso il trattamento con il *serious game* per dieci settimane, ha mostrato incrementi significativi nei punteggi dei questionari per genitori relativi a tutte le misure principali indagate: gestione del tempo, BRIEF-Plan/Organize e SSRS-Cooperation. Nelle misure secondarie sono emersi miglioramenti significativi nelle misure riportate dai genitori relative al questionario IATQ, BRIEF-Working Memory e SSRS-Assertion. I questionari compilati dagli insegnanti hanno rilevato miglioramenti significativi in relazione alle misure di gestione del tempo, alle sottoscale del BRIEF-Plan/Organize e Working Memory e al punteggio totale dell'SSRS. L'analisi dei questionari self-report ha evidenziato un miglioramento significativo nell'autoefficacia. La rivalutazione a 20 settimane del primo gruppo sottoposto all'intervento ha dato informazioni sul mantenimento degli esiti; gli effetti ottenuti grazie al trattamento nella gestione del tempo e nella cooperazione misurata con l'SSRS erano stati mantenuti. Rispetto alle misure secondarie, i questionari somministrati ai genitori mostravano un mantenimento significativo negli effetti misurati dal questionario IATQ, dal BRIEF-Working Memory e dall'SSRS sia nel punteggio totale che nelle sottoscale *Responsibility* e *Self-Control*. Analoghi risultati sono emersi dall'analisi dei questionari degli insegnanti rispetto alla gestione del tempo e nella sottoscala BRIEF-Working Memory.

Gli studi che hanno preso in esame le funzioni esecutivo-motorie (Benzing & Schmidt, 2019; Barkin *et al.*, 2023) hanno evidenziato una significativa correlazione tra le due dimensioni.

Lo studio di Benzing e Schmidt (2019) era finalizzato a indagare se i videogiochi che espletano anche funzione di attività motoria ed esercizio fisico (*exergame*) fossero in grado, data la loro alta richiastività in termini fisici e cognitivi, di impattare sulle funzioni esecutive, sulla sintomatologia

ADHD e sulle abilità motorie del campione selezionato. 51 bambini con diagnosi di ADHD sono stati assegnati al gruppo sperimentale – con un programma di intervento *exergame* della durata di 8 settimane (tre allenamenti a settimana da 30 minuti) – oppure al gruppo di controllo. Una valutazione delle funzioni esecutive fondamentali (inibizione, *switching*, *updating*), della gravità dei sintomi riportata dai genitori e delle abilità motorie è stata effettuata prima e dopo l'intervento. Le misure di esito principali sono state: il *modified Simon task* per l'inibizione, il *Flanker Task* modificato per lo *switching*, e lo *Span Backwards* di colori per l'*updating*. Le misure secondarie sono state valutate tramite le Conners-3 (versione tedesca). Le abilità motorie sono state valutate tramite il *German Motor Test*. L'intervento è stato effettuato mediante l'uso di "Shape Up" su Xbox Kinect. Il gioco è disegnato per essere adattivo e modularsi automaticamente sul livello di efficienza del giocatore in modo da garantire un adattamento continuo al corrispondente livello di prestazione. La prima sessione di intervento è stata condotta sotto la supervisione di assistenti appositamente formati; ai genitori è stato chiesto di sostenere e supportare i bambini durante il trattamento. All'interno del gioco proposto per il trattamento sono stati previsti sei diversi tipi di allenamento che comprendono allenamenti di forza, coordinazione e resistenza, nonché sollecitazioni su funzioni cognitive come inibizione, *switching*, *updating*, attenzione e velocità di esecuzione. I risultati hanno mostrato che il gruppo sperimentale, rispetto al parametro della velocità, mostra tempi di reazione più rapidi per l'inibizione e performance più rapide per lo *switching* rispetto al gruppo di controllo. Non sono state rilevate differenze significative rispetto al parametro dell'accuratezza nei compiti di inibizione e *switching* e in *updating*. Rispetto alle misure secondarie, per i sintomi ADHD sono stati rilevati effetti significativi nel *Global Index Score*; per le abilità motorie, il gruppo sperimentale ha esibito prestazioni migliori rispetto al gruppo di controllo, in particolare nel salto laterale e nei *push-up*.

Lo studio Barkin *et al.* (2023) indaga gli effetti di un programma di intervento basato su giochi auto-orientati (*Self-oriented game based program*, SGBP) e su giochi guidati dal terapeuta (*Therapist Guided Game-based Intervention Program*, TGGIP) sulle capacità motorie dei bambini con ADHD. Allo studio hanno partecipato 176 bambini di età compresa tra i 7 e 12 anni, randomizzati nei due gruppi TGGIP e SGBP. L'intervento in entrambi i gruppi è stato effettuato con una metodologia di teleriabilitazione mediante uso di RV, con frequenza di 2 volte a settimana per 45 minuti per 8 settimane. La misura di *outcome* è stata la *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency 2 – Brief Form* (BOT2-BF). L'intervento si è avvalso dell'utilizzo del videogame "Brawl Stars". Uno sperimentatore ha iniziato e terminato ogni sessione mediante videoconferenza. I beneficiari nel gruppo sperimentale hanno ricevuto istruzioni dettagliate sul compito prima di ogni sessione e sono stati monitorati durante il gioco. Le analisi pre- e post-intervento rilevano differenze significative per entrambi i gruppi in tutti i sottopunteggi e nel punteggio totale del BOT2-BF, ad eccezione dei punteggi per destrezza manuale, equilibrio, velocità di corsa e forza manuale. Inoltre, l'analisi tra gruppi ha mostrato che il miglioramento dei punteggi BOT2-BF è significativamente più alto per il gruppo sperimentale, in particolare per i punteggi del dominio fine-motorio, integrazione fine-motoria, coordinazione bimanuale, coordinazione degli arti superiori e scala totale.

Lo studio di Luo *et al.* (2023) ha indagato l'effetto di un trattamento NFT confrontato o associato ad un trattamento cognitivo computerizzato (*Cognitive Computerized Training*, CCT). È stato utilizzato un disegno controllato randomizzato per confrontare i risultati del trattamento da remoto attraverso l'approccio NFT (solo attività di neurofeedback), CCT (solo *training* cognitivo) e combinato NFT/CCT (combinazione di attività di neurofeedback e *training* cognitivo). Le misure di *outcome* comportamentali erano l'*ADHD Rating Scale IV*, il BRIEF, il WFIRS-P (*Weiss Functional Impairment Rating Scale-Parent form*). È stato valutato il *resting* EEG in condizione di occhi aperti e occhi chiusi, misurando la potenza relativa delle bande di frequenza theta, alpha e beta. L'intervento è stato effettuato mediante il programma di *training*

“Focus Pocus”. Ciascuna sessione di trattamento consisteva in 14 mini games che richiedevano circa 1 minuto per essere completati; il tempo totale per ogni sessione era di 15 minuti circa. Ciascun gruppo ha seguito il trattamento per una durata complessiva di 3 mesi, erogato 3-5 volte a settimana. I giochi NFT avevano l’obiettivo di promuovere maggiore consapevolezza e controllo dell’attività cerebrale grazie alla lettura dell’EEG registrata mediante un device Bluetooth. I giochi CCT (su Android Smart Pad) lavoravano sul controllo inibitorio e sulle abilità di memoria di lavoro. I ricercatori hanno monitorato settimanalmente la funzionalità e l’effettiva fruizione dell’intervento informando i genitori nei casi in cui i bambini disattendessero il piano di formazione. Non sono emerse differenze significative fra i tre gruppi per il numero medio di sessioni di formazione completate. I risultati hanno documentato una diminuzione dell’iperattività/impulsività e disattenzione nelle *ADHD Rating Scale* senza differenze significative tra gruppi. L’effetto positivo del trattamento è emerso anche nelle funzioni esecutive (inibizione e memoria di lavoro) valutate utilizzando BRIEF, e nelle abilità di gestione quotidiana (abilità di vita quotidiana) misurate dal WFIRS-P.

### **Parent training online**

Sono stati selezionati quattro studi che descrivono interventi PTO (DuPaul *et al.*, 2018; Franke *et al.*, 2020; Gonzalez *et al.*, 2023; Xie *et al.*, 2013). Tutti gli studi analizzati hanno considerato sia le misure di rilevazione dei sintomi ADHD dei bambini sia le misure relative allo stile educativo dei genitori, al loro benessere e alla loro adesione alla terapia. In particolare, due studi hanno applicato, in modalità sincrona, il PTO composto di 10 sessioni con frequenza settimanale (Xie *et al.*, 2013; DuPaul *et al.*, 2018), uno studio ha analizzato l’efficacia di un PTO attraverso l’erogazione di otto videoregistrazioni contenenti indicazioni per i genitori (Franke *et al.*, 2020) e uno studio ha confrontato l’erogazione in presenza e da remoto di un intervento mediato dai genitori (*Lifestyle Enhancement for ADHD Program*, LEAP), orientato a migliorare le pratiche educative genitoriali e focalizzato su una triade di comportamenti protettivi (attività fisica, igiene del sonno e regolamentazione del tempo sullo schermo; Gonzalez *et al.*, 2023). In due studi sono stati coinvolti i genitori di bambini in età prescolare (DuPaul *et al.*, 2018; Franke *et al.*, 2020), in uno studio i genitori di bambini di età compresa tra 6 e 14 anni (Xie *et al.*, 2013), e in uno studio i genitori di bambini tra i 5 e 10 anni (Gonzalez *et al.*, 2023).

I partecipanti sono stati selezionati tramite le scuole o le università. Relativamente ai criteri di inclusione, lo studio di Franke *et al.* (2020) ha incluso i partecipanti in base al punteggio dei sintomi ADHD dei genitori, mentre tre studi, Xie *et al.* (2013), DuPaul *et al.* (2018) e Gonzalez *et al.* (2023) hanno valutato la presenza di sintomi ADHD dei bambini attraverso interviste strutturate alle figure genitoriali e questionari di Conners (cut-off del 90° percentile) o *Clinical Global Impression – Severity* (CGI-S) (scala da 1 a 7).

Relativamente al disegno di studio, gli studi di Xie *et al.* (2013), DuPaul *et al.* (2018) e Gonzalez *et al.* (2023) hanno confrontato il PTO con un *Parent Training* (PT) in presenza, mentre lo studio di Franke *et al.* (2020) ha confrontato il PTO asincrono con un gruppo di genitori in lista d’attesa e, per tale motivo, non ha permesso la verifica di un eventuale vantaggio rispetto ad un gruppo di genitori che svolge PT in presenza.

Solo lo studio di Franke *et al.* (2020) ha fornito dati di follow-up a 6 mesi.

I quattro studi di PTO riportano nei bambini miglioramenti della sintomatologia ADHD, in particolare una significativa riduzione dei sintomi di disattenzione, iperattività e oppositività, nonché delle difficoltà nelle abilità in ambito sociale. Tuttavia, non sono stati rilevati miglioramenti significativi nelle competenze scolastiche (Xie *et al.*, 2013).

Le dimensioni degli effetti sui sintomi di disattenzione/iperattività sono comprese nel range di 0,54 (Xie *et al.*, 2013) e 1,16 (Franke *et al.*, 2020), in linea con le meta-analisi che includono studi

di PT in presenza (Fabiano *et al.*, 2009; Rimestad *et al.*, 2019). In particolare, lo studio di Xie *et al.* (2013) ha evidenziato che la diminuzione dei sintomi di disattenzione è notevolmente maggiore (Errore Standard, ES = 1,11) rispetto alla riduzione dei sintomi di iperattività (ES = 0,54). Lo studio di Franke *et al.* (2020) ha confermato che la diminuzione dei sintomi di disattenzione/iperattività si mantiene anche dopo 6 mesi.

Per quanto concerne il cambiamento dei sintomi di oppositività e aggressività, anche essi diminuiti, sono stati riscontrati valori simili a quelli inerenti ai sintomi ADHD (range ES = 0,69-1,09) con una lieve regressione al follow-up di 6 mesi (ES = 0,20) (Franke *et al.*, 2020).

Per quanto riguarda gli aspetti emotivi rilevati dai genitori, l'ansia si è ridotta di un ES = 0,56 (Xie *et al.*, 2013) e i problemi relativi all'umore di un ES = 1,03 (DuPaul *et al.*, 2018).

Gli studi attinenti alla valutazione delle competenze sociali secondo i genitori hanno riportato cambiamenti positivi (Xie *et al.*, 2013; Franke *et al.*, 2020) con risultati praticamente sovrapponibili (ES = 0,54-0,57): in particolare, rispetto alle abilità sociali, Franke *et al.* (2020) hanno osservato una lieve regressione in base ai dati di follow-up a 6 mesi (ES = 0,19).

La ricerca di Franke *et al.* (2020) ha anche distinto i report delle madri da quelli dei padri, i quali hanno evidenziato una diminuzione dei sintomi ADHD di un ES = 0,56, mantenuta anche dopo 6 mesi al follow-up (Franke *et al.*, 2020). Inoltre, questo è l'unico studio in cui sono stati ottenuti report degli insegnanti sui sintomi ADHD, in base al questionario SDQ, che confermano ES di valori medi (ES = 0,56).

Lo studio di Gonzalez *et al.* (2023) ha applicato un adattamento del *Behaviour Management Training* in contesti di gruppo. È stato coinvolto un totale di 61 diadi genitore-bambino; di queste, 37 sono state trattate in presenza in era pre-pandemica (settembre 2018 – dicembre 2019) e 24 hanno ricevuto il trattamento in teleriabilitazione durante la pandemia (settembre 2020 – giugno 2021). I risultati non hanno mostrato differenze significative tra le due modalità di trattamento per i parametri di accettabilità e livello di partecipazione. Relativamente alle misure di *outcome*, il gruppo trattato in teleriabilitazione ha riportato una diminuzione della sintomatologia inattentiva (parametro non significativo nel confronto post-trattamento nel gruppo trattato in presenza), mentre migliore appare, per entrambi i gruppi, la capacità di svincolarsi dalla supervisione 1:1 da parte dell'adulto.

La principale criticità di questi studi è rappresentata dal numero ridotto di partecipanti al PTO, che è stato di soli 42 soggetti; i bambini dei gruppi con PT in presenza sono stati 25; gli individui che erano in lista d'attesa e non si sono avvalsi del PT sono stati 35, considerando i due studi con gruppi che non hanno utilizzato il *training* (DuPaul *et al.*, 2018; Franke *et al.*, 2020).

I risultati riguardanti la soddisfazione, l'efficacia e il benessere dei genitori sono riportati in tre studi (DuPaul *et al.*, 2018; Franke *et al.*, 2020; Xie *et al.*, 2013) dai quali emerge un alto grado di adesione al PTO; in particolare, il lavoro condotto da DuPaul *et al.* (2018) ha imposto una partecipazione minima all'80% delle sessioni.

Nei tre studi è stata condotta una valutazione per determinare se i genitori avevano notato un cambiamento nelle loro strategie educative e se avevano espresso un considerevole apprezzamento per il percorso intrapreso.

Nello studio condotto da Xie *et al.* (2013) i genitori hanno dichiarato di aver migliorato le modalità con cui esercitano una disciplina efficace (ES = 0,93), sentendosi leggermente più fiduciosi in sé stessi (ES = 0,23). Tuttavia, non sono state osservate modifiche significative nel coinvolgimento genitoriale, nella soddisfazione e nelle frustrazioni nelle relazioni.

Solo lo studio condotto da DuPaul *et al.* (2018) ha evidenziato una riduzione della percezione di stress tra i genitori a seguito del PTO (ES = 0,59) e un significativo aumento (ES = 1,71) della conoscenza sull'ADHD.

Il lavoro di Franke *et al.* (2020) ha documentato che, per quanto riguarda l'autopercezione di uno stile parentale disfunzionale, i genitori hanno segnalato un significativo miglioramento (ES

= 1,02) e hanno comunicato di adottare un approccio genitoriale più positivo (ES = 0,68). Per quanto concerne la percezione della soddisfazione e dell'efficacia del loro ruolo genitoriale, il PTO ha consentito ai genitori di esprimere un miglioramento elevato in queste dimensioni (ES = 1,48). Infine, è importante notare che i genitori hanno riportato una leggera riduzione dell'ansia (ES = 0,24), una significativa diminuzione dello stress percepito (ES = 0,99) e un'altrettanta diminuzione dei loro sintomi depressivi (ES = 0,87).

Nel complesso, i risultati di questi quattro studi suggeriscono che il PTO può avere un impatto positivo sulle abilità genitoriali, sulla percezione della soddisfazione e dell'efficacia del ruolo genitoriale, nonché sul benessere emotivo dei genitori.

## Interventi multimodali

Quattro studi hanno esplorato l'efficacia di un trattamento multimodale che comprendeva anche la farmacoterapia (Myers *et al.*, 2015; Rockhill *et al.*, 2016; Tse *et al.*, 2015; Vander Stoep *et al.*, 2017). Tutti e quattro gli studi RCT sono stati condotti negli Stati Uniti e implementati dallo stesso gruppo di ricerca (Myers *et al.*, 2015), dell'Università di Washington. Nei quattro studi è stato sperimentato un modello di intervento definito "Children's ADHD Telehealth Treatment Study" (CATTS), supportato dal National Institute of Mental Health (NIMH). Tale modello è descritto anche in altre pubblicazioni dallo stesso gruppo di ricerca (Vander Stoep & Myers, 2013, McCarty *et al.*, 2015), viene erogato in telemedicina, utilizza tecnologie sincrone e asincrone ed è stato pensato per bambini e adolescenti con ADHD residenti in comunità extra-metropolitane, lontane dai servizi specializzati per il trattamento.

Lo studio di Myers *et al.* (2015) ha valutato l'efficacia del CATTS implementando un trattamento combinato (farmacoterapia + *training* comportamentale per i genitori). Lo studio ha arruolato 223 soggetti (di età compresa tra i 5,5 e i 12 anni) randomizzati per ricevere un trattamento combinato in videoconferenza (somministrato con la mediazione di terapisti di comunità costantemente supervisionati da remoto), oppure un trattamento in presenza (erogato dal medico di medicina generale al quale erano state date raccomandazioni cliniche con una iniziale sessione in tele-consulenza). I risultati documentavano che al termine delle 6 sessioni di terapia (distribuite in 22 settimane), i soggetti di entrambi i bracci miglioravano, con una significativa differenza a favore del gruppo sperimentale. Le misure di *outcome* erano il numero di criteri soddisfatti per la diagnosi di ADHD e il disturbo oppositivo-provocatorio (DOP), unitamente ai punteggi di scale comportamentali per genitori (*Vanderbilt ADHD Rating Scale*, VADRS; *Columbia Impairment Scale-Parent version*, CIS-P) e insegnanti (VADRS-Teachers). Dopo 25 settimane, la percentuale di partecipanti che raggiungeva i criteri diagnostici per l'ADHD si riduceva in entrambi i bracci, ma sensibilmente di più nel gruppo dei soggetti trattati da remoto con il CATTS rispetto al gruppo controllo (ADHD inattentivo 23% vs. 48%, iperattivo 16% vs. 31%, combinato 12% vs. 26% e DOP 16% vs. 26%). Anche i punteggi alla VADRS e alla CIS-P somministrate ai genitori si modificavano in modo significativamente diverso nei due bracci a favore del CATTS (VADRS inattenzione  $p < 0,001$ , iperattività/impulsività  $p = 0,02$ , combinato  $p = 0,005$ , DOP  $p = 0,04$ ; CIS-P impairment scores  $p < 0,001$ ). Non risultavano così nette, invece, le differenze tra i due bracci di trattamento nella valutazione degli insegnanti effettuata con la VADRS dove si rilevavano differenze per iperattività/impulsività ( $p = 0,02$ ) e per il punteggio totale dell'ADHD ( $p = 0,045$ ), ma non per l'inattenzione e l'DOP. Un parametro descrittivo delle performance genitoriali definito "VADRS-Caregiver role performance" non differiva tra i due gruppi dopo 25 settimane. Le variabili demografiche (età, genere e educazione dei genitori) non incidevano sui risultati. Lo studio appare significativo tanto per l'ampiezza del campione che per la qualità del disegno dello studio e riporta l'efficacia del modello CATTS nel ridurre i sintomi dell'ADHD in età evolutiva.

Lo studio di Tse *et al.* (2015) include un sottogruppo di 37 soggetti arruolati nello studio di Myers *et al.* (2015) e sottoposti all'intervento CATTS. Tutti erano in trattamento farmacologico. I genitori di 12 soggetti avevano ricevuto il *training* comportamentale in teleriabilitazione o video-teleconferenza mentre i genitori dei restanti 25 avevano ricevuto un intervento in presenza. Lo studio descrive l'*outcome* a distanza di 25 settimane prendendo in esame, non solo le modifiche del comportamento dei bambini, ma anche il disagio dei *caregiver*, ivi compresi i sintomi depressivi, lo stress, la tensione e le capacità di controllo, misurate con alcune scale psicometriche (PHQ-9, *Patient Health Questionnaire*; PSI, *Parenting Stress Index*; CGSQ, *Caregiver Strain Questionnaire*; FES, *Family Empowerment Scale*). Inoltre, vengono riportate le misure di fattibilità e l'accettabilità della teleterapia, contando il numero delle sedute realmente effettuate e avvalendosi di un questionario di soddisfazione (*Client Satisfaction Questionnaire*) adattato ai *caregiver* di bambini con ADHD (CSQ-ADHD). I *caregiver* nelle due condizioni di intervento mostravano la stessa aderenza alle sedute di trattamento e il medesimo livello di soddisfazione. L'analisi della covarianza nella valutazione delle differenze pre-post trattamento a 25 settimane rilevava un vantaggio per il gruppo in presenza nel livello di tensione e nelle capacità di controllo, misurate con le scale CGSQ e FES, e nel livello di stress misurato con il PSI. Gli *outcome* dei bambini, relativi ai sintomi ADHD e al funzionamento globale, erano sovrapponibili tra i due gruppi. Ad esempio, il punteggio alla *Children's Global Assessment Scale* (CGAS) nel gruppo in teleriabilitazione, dopo 25 settimane, era passato da 49,6 (–8,0) a 69,2 (–13,8) e nel gruppo in presenza da 54,0 (–7,6) a 68,2 (–10,9). Alcuni dei parametri presi in considerazione per descrivere il distress dei *caregiver* sembravano quindi essere più facilmente modificabili con un trattamento in presenza. Tuttavia, tanto per l'*outcome* dei bambini che per il livello di soddisfazione dei genitori, il trattamento a distanza si dimostrava altrettanto efficace di quello in presenza. Nonostante l'esiguità del campione, lo studio merita attenzione perché enfatizza la valutazione degli *outcome* dei genitori e il loro grado di soddisfazione dell'intervento.

Lo studio di Rockhill *et al.* (2016) esamina le strategie di trattamento farmacologico dei partecipanti randomizzati nel braccio sperimentale nello studio di Myers *et al.* (2015) (111 partecipanti sui complessivi 223). In particolare, lo studio valutava l'efficacia della strategia di gestione del trattamento farmacologico ("treat-to-target strategy") nel raggiungere l'obiettivo del trattamento ("treat-to-target goal") che, nello specifico, era rappresentato dalla riduzione del 50% dei sintomi dell'ADHD. La strategia di trattamento consisteva nell'applicazione di un programma cadenzato di visite di controllo per gli aggiustamenti della farmacoterapia. I farmaci più utilizzati erano il metilfenidato o gli altri stimolanti e l'atomoxetina, che venivano prescritti da soli o in associazione con altre molecole come gli Alpha-agonisti, gli SSRI, gli antipsicotici.

I risultati dimostravano che l'aderenza all'algoritmo di trattamento era garantita in percentuale elevata (91%) anche attraverso la tele-psichiatria. Ma ciò che appare più significativo è che l'obiettivo terapeutico era stato raggiunto nel 46.0% dei casi nel braccio in telemedicina (CATTS) e solo nel 13.6% nel braccio in presenza. Sebbene i risultati di questo studio debbano essere replicati da ulteriori ricerche, l'analisi preliminare di questi dati suggerisce l'implementazione di strategie in telemedicina anche per la gestione della farmacoterapia mantenendo comunque accordo agli schemi di trattamento proposti dalle linee guida e avvalendosi del modello "treat-to-target".

Lo studio di Vander Stoep *et al.* (2017) ripropone il confronto dei livelli di stress tra i genitori/*caregiver* di bambini randomizzati nel braccio sperimentale CATTS (telemedicina) e i genitori/*caregiver* di bambini randomizzati nel braccio di controllo (cure primarie in presenza). Lo studio verificava l'ipotesi che la riduzione dello stress parentale fosse prevalentemente attribuibile al miglioramento dei sintomi ADHD dei figli. In particolare, il focus era posto sul DOP come fattore specifico di disagio dei genitori/*caregiver*. In ogni sessione di trattamento veniva effettuato un intervento di psicoeducazione per i *caregiver* su varie tematiche: ruolo dei

farmaci, coinvolgimento del SNC, ruolo della corteccia pre-frontale e delle funzioni esecutive, condizioni in comorbidità, decorso a lungo termine e potenziali conseguenze del disturbo.

Gli *outcome* primari venivano misurati con una serie di scale e questionari (PHQ-9, PSI, CGSQ, FES). Il distress dei *caregiver* in entrambi i bracci di trattamento si riduceva significativamente e, in coloro che avevano ricevuto il CATTS la riduzione era maggiore. Valutando indipendentemente le diverse scale, solo la riduzione dei sintomi DOP forniva un contributo statisticamente significativo alla riduzione dello stress parentale. Veniva inoltre confermata l'ipotesi che una sostanziale quota dell'effetto positivo del CATTS sullo stress parentale era mediata dalla modifica del pattern comportamentale dei figli e dal conseguente incremento del sentimento di competenza genitoriale. La proporzione di tale effetto era intorno al 40% nelle diverse scale (PSI 41%, PHQ-9 48%, CGSQ 43%) e del 26% alla scala FES.

Nel complesso, i risultati degli studi presi in esame supportano l'uso di modelli di intervento combinato in teleriabilitazione e telepsichiatria per l'ADHD. Questi studi documentano la fattibilità dell'intervento CATTS in telemedicina e la validità di un modello ibrido che combini interventi da remoto e interventi in presenza, erogati da terapisti di comunità, supervisionati da neuropsichiatri specializzati. Infine, questi studi suggeriscono che la componente "specializzazione" di chi eroga il CATTS è un fattore prioritario nel determinare l'efficacia dell'intervento. Infatti, gli interventi erogati da remoto da professionisti specializzati risultano più efficaci degli interventi erogati in presenza da professionisti non specializzati. Appare, pertanto, importante avvalersi di figure professionali specificatamente formate per il trattamento del disturbo.

Alla luce di tali considerazioni, il trattamento in modalità ibrida potrebbe essere indicato tenendo presente che il trattamento farmacologico può essere efficacemente gestito, almeno in parte, anche da remoto.

Occorre, tuttavia, precisare che i dati discussi fanno tutti riferimento ad un unico protocollo di intervento (il CATTS) e ad un unico campione clinico proveniente dalla stessa area geografica (America Nord-Occidentale) che, seppure vasta, è pur sempre molto omogenea e insediata in una realtà socio-sanitaria molto diversa da quella italiana. Inoltre, la possibilità di applicare nella realtà italiana protocolli di intervento multimodali basati sull'evidenza, come il CATTS, è ridotta, anche in ragione della ristretta gamma di opzioni farmacologiche disponibili, oltre che per la difficoltà di accesso ai trattamenti rieducativi, onerosi sul piano economico.

## Discussione

I risultati dei sei studi analizzati confermano l'efficacia di interventi digitali, come software terapeutici, *serious games*, *exergames* e tecniche di *neurofeedback*, nel migliorare funzioni neuropsicologiche e motorie nei bambini e adolescenti con ADHD. Questi approcci hanno dimostrato di potenziare abilità quali attenzione, memoria di lavoro, pianificazione e organizzazione, con benefici rilevati sia in contesti standardizzati che nella vita quotidiana. Gli *exergames* e i programmi di riabilitazione motoria evidenziano inoltre l'importanza dell'integrazione tra attività fisica e stimolazione cognitiva per il miglioramento delle funzioni esecutive e motorie. I quattro studi sugli interventi *parent-mediated* online mostrano un impatto positivo sulle abilità genitoriali, sulla percezione della soddisfazione e dell'efficacia del ruolo genitoriale, nonché sul benessere emotivo dei genitori. Infine, i quattro studi sull'intervento multimodale CATTS in telemedicina supportano l'efficacia di un modello ibrido che combina interventi da remoto e in presenza, erogati da professionisti specializzati.

La letteratura internazionale sulla teleriabilitazione nell'ADHD supporta una serie di indicazioni di buona pratica clinica che si articolano su diverse fasi operative e tengono conto di

criteri specifici che riguardano sia le caratteristiche individuali del beneficiario che il contesto in cui l'intervento viene erogato.

Il team di professionisti dovrebbe considerare la possibilità di avviare un intervento in teleriabilitazione per ADHD solo quando siano soddisfatti determinati criteri individuali e di contesto. I criteri individuali includono la diagnosi confermata di ADHD basata su criteri nosografici internazionali condivisi, un'età compresa tra 7 e 12 anni (sebbene condizioni di età inferiori ai 7 anni o superiori ai 12 anni non rappresentino necessariamente una preclusione assoluta, purché si prevedano adeguate supervisioni o valutazioni specifiche), il possesso di conoscenze tecnologiche di base, la motivazione e la disponibilità alla partecipazione attiva, nonché la collaborazione dei *caregiver*. I *caregiver* devono essere coinvolti nel processo garantendo supervisione e supporto continuo, in modo particolare nel trattamento con i soggetti più piccoli o in quelli con maggiori compromissioni nel funzionamento. Tale coinvolgimento è di cruciale importanza nella gestione degli aspetti comportamentali e di rinforzo, particolarmente quando è necessario definire un sistema di incentivi individualizzato basato sul rinforzo in funzione del comportamento. Tale accorgimento risulta necessario in tutti quei casi in cui il rischio di messa in atto di comportamenti oppositivo-provocatori è alto e l'aderenza al trattamento a rischio. Inoltre, è necessario che non siano presenti fattori ostativi legati alla gravità del disturbo, comorbidità cliniche o condizioni di contesto particolari.

Dal punto di vista contestuale, è essenziale garantire l'accesso a internet e ad una connessione che sostenga le richieste non solo in relazione alle attività proposte ma anche della supervisione contingente da parte dell'operatore esperto mediante video conferenza, la disponibilità di dispositivi tecnologici quali computer o tablet – dotati di microfono e telecamere integrati o esterni – console di gioco e sensori di movimento presenti sul mercato, adattati secondo gli scopi del trattamento. Non sono attualmente disponibili robuste evidenze a favore dell'uso di smartphone. Per il trattamento con tecniche di *neurofeedback* a distanza sono documentate prove a supporto dell'utilizzo di un device bluetooth portatile per l'acquisizione dell'EEG. L'ambiente domestico deve permettere la partecipazione del beneficiario dell'intervento con garanzia di privacy. Sono da scoraggiare *setting* installati in stanze in cui il beneficiario non ha il giusto livello di concentrazione e di privacy richiesta all'esecuzione dell'intervento (es. un soggiorno in cui ci siano TV accese o altri membri della famiglia; corridoi o stanze necessarie al passaggio di altri membri della famiglia da un punto all'altro della casa; uffici di lavoro dei genitori in presenza di altre persone estranee, ecc.).

Prima dell'avvio di un intervento in teleriabilitazione, i professionisti dovrebbero esplorare le preferenze individuali del bambino o adolescente e dei *caregiver* e offrire opzioni di scelta. I professionisti dovrebbero tenere conto del fatto che alcuni beneficiari potrebbero sentirsi più a loro agio con la teleriabilitazione, mentre altri potrebbero preferire il trattamento in presenza.

Nel predisporre l'intervento in teleriabilitazione, i professionisti dovrebbero prevedere la valutazione del funzionamento individuale mirata a oggettivare i punti di forza e di debolezza sulla base dei quali approntare un piano di intervento oggettivo e realistico, suscettibile di possibili aggiustamenti in corso d'opera. La valutazione deve essere finalizzata anche all'identificazione di eventuali specifiche difficoltà ostative alla attivazione dell'intervento in teleriabilitazione.

Nel predisporre l'intervento in teleriabilitazione per il bambino o adolescente, i professionisti dovrebbero tenere conto di obiettivi chiave. Tra questi, la gestione dell'attenzione, con l'obiettivo di migliorare la capacità di concentrazione, la selezione delle priorità e il mantenimento dell'attenzione su compiti specifici. È fondamentale anche lavorare sull'autoregolazione e sull'impulsività, sviluppando strategie per gestire i comportamenti impulsivi e favorire un maggiore autocontrollo.

Un altro aspetto cruciale riguarda la pianificazione e l'organizzazione, aiutando il bambino a sviluppare competenze che gli permettano di gestire meglio il tempo e affrontare in modo efficace

le attività quotidiane. Parallelamente, l'intervento dovrebbe mirare al miglioramento delle abilità scolastiche e alla promozione di interazioni sociali positive, rafforzando la capacità di comunicare e di risolvere i conflitti in modo costruttivo.

Inoltre, è importante lavorare sull'autoefficacia, aumentando la fiducia del bambino nelle proprie capacità, e sulle abilità di regolazione emotiva, per aiutarlo a riconoscere, comprendere e gestire le emozioni, riducendo l'ansia e promuovendo il benessere emotivo. Infine, l'intervento dovrebbe sostenere il funzionamento quotidiano, favorendo una maggiore indipendenza nelle attività di tutti i giorni.

Nel predisporre interventi di PTO, è essenziale che i professionisti considerino diversi obiettivi fondamentali. Un primo passo consiste nel fornire ai *caregiver* e agli adulti una comprensione approfondita dell'ADHD, includendo informazioni sui sintomi, sui trattamenti disponibili e sulle strategie utili per gestire i comportamenti del bambino o adolescente. Parallelamente, è importante insegnare tecniche di gestione del comportamento che possano aiutare il bambino a sviluppare autocontrollo, ridurre l'impulsività e migliorare il comportamento in casa e in altri contesti. Un altro aspetto chiave è promuovere una comunicazione efficace tra i *caregiver* e il bambino, lavorando su aspetti come l'ascolto attivo, la chiarezza espressiva e la gestione costruttiva dei conflitti. Il coinvolgimento attivo dei *caregiver* nel trattamento è altrettanto cruciale, affinché possano applicare le strategie apprese nella vita quotidiana, contribuendo così in modo diretto al miglioramento delle abilità del bambino. Infine, è indispensabile offrire un supporto emotivo agli adulti coinvolti, riconoscendo che la gestione dell'ADHD può essere fonte di stress. Gli interventi dovrebbero mirare a ridurre questo stress e a migliorare il benessere emotivo dei genitori, creando un ambiente familiare più sereno e supportivo.

I professionisti dovrebbero identificare il programma di intervento digitale tenendo conto delle esigenze cliniche e della necessità di motivare e interessare per massimizzare il coinvolgimento del beneficiario. L'analisi della letteratura ha identificato tre macro-classi di tecnologie maggiormente utilizzate per l'erogazione di trattamenti a distanza per l'ADHD:

### 1. Strumenti di videoconferenza

I vantaggi di questi sistemi sono ben documentati; tuttavia, ci sono pochi studi randomizzati e controllati per confrontare l'efficacia degli interventi con strumenti di videoconferenza con gli interventi tradizionali. I trattamenti in videoconferenza sono una strategia emergente di erogazione con benefici documentati per la maggior parte della popolazione di utenti, familiari e operatori sanitari e per aspetti di carattere organizzativo (es. un maggiore accesso ai servizi in regioni geografiche in cui non sono disponibili i servizi specialistici, un superamento delle barriere legate all'indisponibilità di mezzi di trasporto, agli orari di lavoro e alla programmazione di attività concorrenti).

### 2. Applicazioni, software e serious game

Questi sistemi possono considerarsi utili per l'erogazione di trattamenti a distanza di tipo cognitivo (Sonuga-Barke, 2014). Gli interventi terapeutici basati sui *serious game* (videogame sviluppati a scopo terapeutico) possono ridurre i sintomi del disturbo da deficit di attenzione e iperattività (Bediou, 2018); tuttavia, è necessaria una comparazione di efficacia rispetto ai trattamenti tradizionali.

### 3. Sistemi di realtà virtuale

La VR è definita come una forma avanzata di interazione uomo-computer. I vantaggi e gli svantaggi dell'utilizzo di applicazioni VR per l'educazione e il sostegno dei bambini con condizioni come l'ADHD sono stati evidenziati in una recente revisione sistematica (Kaimara *et al.* 2022): sono esigui gli studi randomizzati e controllati, mentre sono numerosi gli studi condotti su singolo utente. La VR offre numerosi vantaggi come validità ecologica, controllo sperimentale e monitoraggio delle risposte comportamentali

(Yaremych & Persky, 2019); tuttavia, sono necessari approfondimenti per verificare la validità del trattamento tramite VR dal punto di vista clinico.

Nella valutazione della modalità di erogazione dell'intervento (individuale o mediato dai *caregiver*/adulti) o della combinazione di interventi (a distanza e in presenza), i professionisti dovrebbero tenere conto delle caratteristiche individuali e delle preferenze del beneficiario e dei *caregiver*. L'età del beneficiario gioca un ruolo determinante: gli adolescenti potrebbero accettare più facilmente un intervento strutturato attraverso sessioni individuali, mentre nei bambini più piccoli risulta essenziale il coinvolgimento attivo dei *caregiver* o degli adulti di riferimento, che fungono da mediatori e supporto durante il trattamento. Anche la severità del disturbo influenza la modalità di intervento. Nei casi più gravi o complessi, potrebbe essere necessario un monitoraggio più stringente, che includa una supervisione continua e, in alcuni casi, l'integrazione con sessioni in presenza per garantire un supporto adeguato e personalizzato. Infine, la presenza di comorbidità cliniche potrebbe essere un fattore ostativo all'impiego di un intervento effettuato esclusivamente in teleriabilitazione. In situazioni in cui le condizioni cliniche sono più articolate, una combinazione di terapie a distanza e interventi in presenza si rivela spesso la soluzione più efficace, permettendo di rispondere in maniera completa alle diverse esigenze del beneficiario.

I professionisti dovrebbero calibrare la durata dell'intervento tenendo conto delle caratteristiche individuali del bambino o adolescente. Le evidenze scientifiche riportano che sono stati sperimentati interventi la cui durata va da 25 a 65 minuti al giorno, da un minimo di 2 volte ad un massimo di 5 volte a settimana, per un periodo totale minimo di 28 giorni. Si ipotizza che l'intervento dovrebbe durare complessivamente almeno tre mesi.

I professionisti dovrebbero prevedere di effettuare periodicamente una valutazione dell'efficacia dell'intervento attraverso osservazioni cliniche non strutturate e la somministrazione di strumenti strutturati validi e affidabili compilati da informatori diversi (clinico, genitori e/o insegnanti). La scelta degli strumenti di valutazione dovrebbe essere guidata dalle specifiche esigenze del bambino o adolescente e dei *caregiver*/adulti, oltre che dalla valutazione del terapeuta. Nel processo di monitoraggio dell'intervento, i professionisti dovrebbero includere la possibilità di modificare le modalità di erogazione dell'intervento, se necessario.

Il monitoraggio dell'intervento di teleriabilitazione nell'ADHD richiede l'utilizzo di strumenti mirati sia per valutare il bambino o adolescente sia per analizzare il coinvolgimento dei *caregiver*.

Per quanto riguarda il bambino o adolescente, vengono impiegate scale di valutazione specifiche per i sintomi dell'ADHD, come la Scala di Conners o l'ADHD-RS-IV), oltre ad *assessment* neuropsicologici strutturati. Questionari sul funzionamento e sulla qualità della vita consentono di raccogliere informazioni relative ai diversi contesti di vita. Durante le sessioni di teleriabilitazione, il terapeuta può effettuare un'osservazione diretta per valutare la risposta alle strategie di trattamento. Inoltre, i diari giornalieri compilati dal bambino/ adolescente o dai *caregiver* rappresentano uno strumento utile per monitorare i cambiamenti del comportamento e dei sintomi nel tempo, includendo dettagli su attività quotidiane, compiti scolastici e interazioni a casa.

Per quanto riguarda i *caregiver*, si utilizzano interviste cliniche o colloqui per comprendere il loro livello di consapevolezza sull'ADHD, le aspettative e le competenze nella gestione del comportamento del bambino/adolescente. I questionari di autovalutazione consentono di analizzare il livello di stress dei *caregiver*, il benessere emotivo e la fiducia nelle proprie capacità genitoriali. Strumenti specifici vengono anche utilizzati per raccogliere informazioni sul grado di coinvolgimento nelle attività di *Parent training*. Il professionista, attraverso l'osservazione diretta durante le sessioni, può valutare le interazioni familiari e l'efficacia delle strategie apprese nel

contesto quotidiano. Infine, test o questionari sull'accettabilità e soddisfazione rispetto al trattamento aiutano a comprendere l'esperienza globale dei *caregiver* nel percorso terapeutico.

## Conclusioni

Dall'analisi della letteratura emerge che, nell'ultimo decennio, gli sviluppi tecnologici – come gli interventi disponibili su internet, la tecnologia assistiva, le applicazioni mobili, l'utilizzo di *serious game* e di dispositivi indossabili – hanno portato a un aumento dell'implementazione della tecnologia digitale nell'ambito della valutazione e del trattamento di diversi disturbi del neurosviluppo, tra cui l'ADHD (Păsărelu *et al.*, 2020; Florean *et al.*, 2020; Lehtimäki *et al.*, 2021; Lakes *et al.*, 2022; Kaimara *et al.*, 2022).

La scelta della modalità di erogazione più adatta per la teleriabilitazione dell'ADHD dovrebbe essere basata su diversi fattori che tengono conto delle esigenze specifiche del beneficiario, delle risorse disponibili e delle migliori pratiche cliniche.

Attraverso questa revisione sistematica della letteratura internazionale sono stati individuati alcuni criteri per la personalizzazione degli interventi, tra cui: l'età dell'utente, la gravità del disturbo, la presenza di comorbidità, le preferenze individuali, l'accesso a risorse tecnologiche, la capacità di concentrazione e di interazione a distanza, la supervisione dei *caregiver*, i livelli di sicurezza e privacy. In presenza di sufficienti dati sull'efficacia dei *training* che si desiderano implementare, è opportuno considerare che la flessibilità nella modalità di erogazione può essere un vantaggio per adattare il trattamento alle esigenze individuali dell'utente con ADHD.

Nel trattamento del bambino con ADHD attraverso la teleriabilitazione ci sono molte funzioni e competenze che possono essere oggetto di intervento. Queste funzioni e competenze possono variare in base alle esigenze specifiche del bambino, ma alcuni obiettivi comuni possono includere la gestione dell'attenzione, l'impulsività, la pianificazione, le competenze di apprendimento scolastico, le abilità sociali e la regolazione emotiva. Nel *Parent training* il focus dell'intervento dovrebbe incentrarsi sulla comprensione dell'ADHD, sulle strategie di gestione del comportamento, sulla comunicazione efficace e sul supporto emotivo ai genitori.

In telemedicina, un trattamento in modalità ibrida che combini interventi da remoto e interventi in presenza potrebbe essere indicato, tenendo presente che il trattamento farmacologico può essere efficacemente gestito, almeno in parte, anche da remoto.

Sarà compito degli operatori coinvolti adattare il trattamento alle esigenze specifiche di ciascun bambino e della sua famiglia. Gli obiettivi saranno stabiliti in base alla valutazione iniziale e potranno essere regolarmente rivisti per monitorarne i progressi.

In generale, i percorsi di teleriabilitazione mirano a migliorare la qualità della vita del bambino con ADHD e a promuoverne una migliore inclusione nei vari contesti di vita.

È necessario, infine, ricordare che gli sforzi della comunità scientifica in direzione della ricerca necessitano di orientarsi sulla conduzione di maggiori studi con disegno RCT, al fine di permettere una più accurata analisi dei risultati emersi e una migliore implementazione degli interventi stessi.

## Bibliografia

*L'asterisco indica gli studi inclusi nella revisione sistematica della letteratura.*

APA (American Psychiatric Association). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th ed.* Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2013.

- \*Barkın K, Ege T, Özgün KK, Koray K, Sedef Ş. How does therapist guided game-based intervention program effect motor skills in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder? Single blind randomised study design. *Research in Developmental Disabilities* 2023;137:104495.
- Bediou B, Adams DM, Mayer RE, Tipton E, Green CS, Bavelier D. Meta-analysis of action video game impact on perceptual, attentional, and cognitive skills. *Psychological Bulletin* 2018;144(1):77-110. Erratum in: *Psychological Bulletin*, 144(9), 978-979.
- \*Benzing V, Schmidt M. The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: A randomized clinical trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2019;29(8):1243-1253.
- Biederman J, Faraone S, Milberger S, Curtis S, Chen L, Marris A, Ouellette C, Moore P, Spencer T. Predictors of persistence and remission of ADHD into adolescence: results from a four-year prospective follow-up study. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1996 Mar;35(3):343-51. doi: 10.1097/00004583-199603000-00016.
- \*Bul KC, Kato PM, Van der Oord S, Danckaerts M, Vreeke LJ, Willems A, van Oers HJ, Van Den Heuvel R, Birnie D, Van Amelsvoort TA, Franken IH, Maras A. Behavioral outcome effects of serious gaming as an adjunct to treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2016 Feb 16;18(2):e26. doi: 10.2196/jmir.5173.
- \*Chacko A, Bedard AC, Marks DJ, Feirsén N, Uderman JZ, Chimiklis A, Rajwan E, Cornwell M, Anderson L, Zwilling A, Ramon M. A randomized clinical trial of Cogmed Working Memory Training in school-age children with ADHD: a replication in a diverse sample using a control condition. *J Child Psychol Psychiatry*. 2014 Mar;55(3):247-55. doi: 10.1111/jcpp.12146.
- Cohen NJ, Vallance DD, Barwick M, Im N, Menna R, Horodezky NB, Isaacson L. The interface between ADHD and language impairment: an examination of language, achievement, and cognitive processing. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and allied disciplines*, 2000;41(3):353–362.
- \*DuPaul G J, Kern L, Belk G, Custer B, Daffner M, Hatfield A, Peek D. Face-to-face versus online behavioral parent training for young children at risk for ADHD: treatment engagement and outcomes. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology* 2018;47(sup1):S369-S383.
- Fabiano GA, Pelham WE Jr, Coles EK, Gnagy EM, Chronis-Tuscano A, O'Connor BC. A meta-analysis of behavioral treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review*, 2009;29(2):129-140.
- Faraone SV, Larsson H. Genetics of attention deficit hyperactivity disorder. *Molecular Psychiatry* 2019;24(4):562-575.
- Florea IS, Dobrea A, Păsărelu CR, Georgescu RD, Milea I. The efficacy of internet-based parenting programs for children and adolescents with behavior problems: A meta-analysis of randomized clinical trials. *Clinical child and family psychology review* 2020;23(4):510-528.
- \*Franke N, Keown LJ, Sanders MR. An RCT of an online parenting program for parents of preschool-aged children with ADHD symptoms. *Journal of Attention Disorders* 2020;24(12):1716-1726.
- \*Gonzalez ES, Tran N, Wholly D, Kuhn M, Stein MA, Mendoza J, Ola C, Sasset T, Tandon PS. Parent behavior management training for child ADHD enhanced to address health behaviors: comparison of telemedicine “telegroup” versus in-person delivery. *Journal of Attention Disorders*. 2023;27(9):979-88. <https://doi.org/10.1177/10870547231168332>
- Guidetti V, Galli F. *Neuropsichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza: Approfondimenti*. Bologna: Il Mulino; 2006
- Huang L, Wang Y, Zhang L, Zheng Z, Zhu T, Qu Y, Mu D. Maternal smoking and attention-deficit/hyperactivity disorder in offspring: a meta-analysis. *Pediatrics* 2018;141(1):e20172465.
- Jensen P S, Martin D, Cantwell DP. Comorbidity in ADHD: implications for research, practice, and DSM-V. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 1997;36(8):1065–1079.

- Kaimara P, Oikonomou A, Deliyannis I. Could virtual reality applications pose real risks to children and adolescents? A systematic review of ethical issues and concerns. *Virtual Reality* 2022;26:697–735.
- \*Kollins SH, DeLoss DJ, Cañadas E, Lutz J, Findling RL, Keefe RSE, Epstein JN, Cutler AJ, Faraone SV. A novel digital intervention for actively reducing severity of paediatric ADHD (STARS-ADHD): a randomised controlled trial. *Lancet Digit Health*. 2020 Apr;2(4):e168-e178. doi: 10.1016/S2589-7500(20)30017-0.
- Kuhne M, Schachar R, Tannock R. Impact of comorbid oppositional or conduct problems on attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 1997;36(12):1715–1725.
- Lakes KD, Cibrian FL, Schuck SE, Nelson M, Hayes GR. Digital health interventions for youth with ADHD: a mapping review. *Computers in Human Behavior Reports*, 2022;6:100174.
- Lehtimäki S, Martic J, Wahl B, Foster KT, Schwalbe N. Evidence on digital mental health interventions for adolescents and young people: systematic overview. *Journal of Medical Internet Research Mental Health* 2021;8(4):e25847.
- \*Luo X, Guo X, Zhao Q, Zhu Y, Chen Y, Zhang D, Jiang H, Wang Y, Johnstone S, Sun L. A randomized controlled study of remote computerized cognitive, neurofeedback, and combined training in the treatment of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2023 Aug;32(8):1475-86. doi: 10.1007/s00787-022-01956-1.
- Marzocchi GM, Mingozzi A. *Funzioni esecutive e disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ADHD)*. In *Le Funzioni Esecutive nei disturbi del neurosviluppo. Dalla valutazione all'intervento*. Firenze: Hogrefe Editore; 2022
- McCarty CA, Vander Stoep A, Violette H, Myers K. Interventions developed for psychiatric and behavioral treatment in the children's ADHD telemental health treatment study. *Journal of Child and Family Studies* 2015;24:1735-1743.
- Mick E, Biederman J, Faraone SV, Sayer J, Kleinman S. Case-control study of attention-deficit hyperactivity disorder and maternal smoking, alcohol use, and drug use during pregnancy. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2002;41(4):378-385.
- \*Myers K, Vander Stoep A, Zhou C, McCarty CA, Katon W. Effectiveness of a telehealth service delivery model for treating attention-deficit/hyperactivity disorder: a community-based randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2015;54(4):263-274.
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2016;5:210.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al*. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal*. 2021;372:71.
- Păsărelu CR, Andersson G, Dobrea A. Attention-deficit/hyperactivity disorder mobile apps: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*. 2020;138:104133.
- Rimestad ML, Lambek R, Zacher Christiansen H, Hougaard E. Short-and long-term effects of parent training for preschool children with or at risk of ADHD: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Attention Disorders*. 2019;23(5):423-434.
- \*Rockhill CM, Tse YJ, Fesinmeyer MD, Garcia J, Myers K. Telepsychiatrists' medication treatment strategies in the children's attention-deficit/hyperactivity disorder telemental health treatment study. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*. 2016;26(8):662-671.
- SINPIA. *Linee guida per la diagnosi e la terapia farmacologica del Disturbo da Deficit Attentivo con Iperattività (ADHD) in età evolutiva*. Roma: Società Italiana di NeuroPsichiatria dell'Infanzia e dell'Adolescenza; 2002.
- Sonuga-Barke EJ. Psychological heterogeneity in AD/HD—a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*. 2002;130(1-2):29–36.

- Sonuga-Barke E, Brandeis D, Holtmann M, Cortese S. Computer-based cognitive training for ADHD: a review of current evidence. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*. 2014;23(4):807-24.
- Tannock R, Martinussen R, Frijters, J. Naming speed performance and stimulant effects indicate effortful, semantic processing deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*. 2000;28:237-252.
- \*Tse YJ, McCarty CA, Stoep AV, Myers KM. Teletherapy delivery of caregiver behavior training for children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Telemedicine and e-Health*. 2015;21(6):451-458.
- Vander Stoep A, Myers K. Methodology for conducting the children's attention-deficit hyperactivity disorder telemental health treatment study in multiple underserved communities. *Clinical Trials*. 2013;10(6):949-958.
- \*Vander Stoep A, McCarty CA, Zhou C, Rockhill CM, Schoenfelder EN, Myers K. The children's attention-deficit hyperactivity disorder telemental health treatment study: Caregiver outcomes. *Journal of Abnormal Child Psychology* 2017;45(1):27-43.
- \*Xie Y, Dixon JF, Yee OM, Zhang J, Chen YA, Deangelo S, Yellowlees P, Hendren R, Schweitzer JB. A study on the effectiveness of videoconferencing on teaching parent training skills to parents of children with ADHD. *Telemed J E Health*. 2013 Mar;19(3):192-9. doi: 10.1089/tmj.2012.0108.
- Yaremych HE, Persky S. Tracing physical behavior in virtual reality: a narrative review of applications to social psychology. *Journal of Experimental Social Psychology*. 2019;85:103845.
- Zuddas A, Ancilletta B, Muglia P, Cianchetti C. Attention-deficit/hyperactivity disorder: a neuropsychiatric disorder with childhood onset. *European Journal of Paediatric Neurology*. 2000;4(2):53-62.

# **DISTURBI SPECIFICI DI APPRENDIMENTO: EVIDENZE E PRATICHE DI TELERIABILITAZIONE IN ETÀ EVOLUTIVA**

Cesare Cornoldi (a), Laura Bertolo (b, c, d), Stefania Cortese (e), Maria Luisa Lorusso (f),  
Enrica Mariani (g), Eleonora Pasqua (h, i), Chiara Pecini (j), Roberta Penge (k), Manuela Pieretti (g),  
Pierluigi Zoccolotti (j, l)

(a) *Dipartimento di Psicologia Generale, Università degli Studi di Padova, Padova*

(b) *ASL 5, Spezzino (La Spezia)*

(c) *Associazione Italiana per la Ricerca e l'Intervento nella Psicopatologia dell'Apprendimento, Padova*

(d) *Studio il Timone, La Spezia*

(e) *Associazione Nazionale Unitaria dei Terapisti della Neuro e Psicomotricità dell'Età Evolutiva Italiani, Milano*

(f) *Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico Eugenio Medea, Bosisio Parini (Lecco)*

(g) *Progetto Eirenè onlus; già ASL Roma 2, Roma*

(h) *CRC-Centro Ricerca e Cura, Roma*

(i) *Sapienza Università di Roma, Roma*

(j) *Dipartimento di Scienze della Formazione, Lingue, Intercultura, Lettere e Psicologia, Università degli Studi di Firenze, Firenze*

(k) *We Care, Roma*

(l) *Clinica di Riabilitazione Toscana spa Montevarchi, Arezzo*

## **Introduzione**

I Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA) riguardano le persone che, pur avendo potenzialità cognitive generali adeguate, non riescono ad acquisire competenze specifiche negli ambiti di lettura e/o scrittura e/o calcolo. Così, nonostante una frequenza scolastica adeguata, alcuni bambini non riescono ad imparare a leggere, scrivere e operare con i numeri in modo efficace. Di norma, le difficoltà di lettura riguardano il processo di decodifica mentre la comprensione di testi scritti è preservata (o colpita solo in modo indiretto in funzione delle difficoltà di decodifica) (dislessia). Tuttavia, un numero limitato di studenti presenta il quadro opposto, cioè deficit di comprensione in assenza di difficoltà di decodifica. In scrittura, il disturbo tipicamente considerato (disortografia) si lega al mancato rispetto delle regole di trasformazione del linguaggio parlato in linguaggio scritto, dovute alla difficoltà di tradurre correttamente i suoni che compongono le parole in simboli grafici, seguendo le corrette norme ortografiche, mentre il problema di grafismo (disgrafia) o quello di espressione scritta vengono considerati a parte. In ambito logico matematico, viene specificamente considerato il problema che riguarda i numeri e il calcolo (discalculia) che può riguardare difficoltà nella comprensione e nell'uso dei numeri, di riconoscimento e di denominazione dei simboli numerici, di acquisizione dei fatti aritmetici elementari, di risoluzione rapida e corretta di operazioni.

La definizione e la caratterizzazione dei DSA sono tuttavia lievemente diverse a seconda degli approcci. Infatti, il *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th edition Text Revision, DSM-5-TR* (APA, 2022), sulla base delle comunanze fra le diverse forme, descrive una singola categoria, sia pur con specificazioni, mentre l'*International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems – Tenth Revision* (ICD-10) (WHO, 1993) descrive disturbi distinti per lettura, scrittura e calcolo, ma con la specificazione anche del disturbo misto

che include tutti i problemi. La distinzione fra dislessia, disortografia e discalculia è stata indicata dalla legislazione italiana (Legge 8 ottobre 2010, n. 170) e la Linea Guida per la gestione dei Disturbi Specifici di Apprendimento (Progetto LG-DSA-2018, 2021) ha definito i criteri per la valutazione del disturbo della comprensione di testi scritti.

Nella legislazione italiana è inclusa nei DSA anche la disgrafia, disturbo che interessa le caratteristiche grafiche della scrittura. Poiché nei sistemi di classificazione internazionale la disgrafia è considerata parte del disturbo di coordinazione motoria, il tema della teleriabilitazione della disgrafia verrà affrontato all'interno del capitolo dedicato ai disturbi neuroevolutivi del movimento e dei tic.

## Materiali e metodi

Dislessia, disortografia e discalculia sono state analizzate separatamente (distinguendo ulteriormente l'ambito della lettura per l'aspetto della decodifica e per quello della comprensione del testo). Infatti, per quanto vi siano frequenti associazioni fra le diverse problematiche e la ricerca evidenzia basi neuropsicologiche ampiamente comuni (Moll *et al.*, 2019), la riabilitazione viene tipicamente effettuata con focus sulle abilità non bene apprese, dunque lettura, scrittura e calcolo, ed è evidente che tali abilità sono ben distinguibili e devono essere oggetto di trattamento differenziato. Esistendo, tuttavia, proposte riabilitative focalizzate su meccanismi comuni, si è anche analizzato se queste proposte possano avere effetti positivi su abilità distinte e quindi questi effetti sono stati riportati nelle sezioni dedicate alle diverse abilità. I risultati vengono esposti in maniera separata in relazione al tipo del disturbo. Per ogni disturbo (dislessia, disortografia, disturbo della comprensione del testo, discalculia) è stata condotta una revisione sistematica della letteratura associata ad una ricerca *hand search* di ulteriori studi che non fossero stati identificati dai database elettronici.

## Strategia di ricerca degli studi

Le strategie di ricerca della letteratura sono state sviluppate utilizzando i termini MeSH (*Medical Subject Headings*) e adattata per MEDLINE (PubMed) ed Embase ed è stata lanciata il 23/05/2024. Non sono stati applicati limiti temporali o di lingua.

La strategia di ricerca utilizzata per dislessia in MEDLINE (PubMed) ha compreso i seguenti termini:

("Dyslexia"[MeSH] OR "Specific Learning Disorder"[MeSH] OR "Learning Disabilities"[MeSH] OR "reading disorder\*" OR "poor read\*" OR "Reading"[MeSH]) AND (Child[MeSH] OR Adolescent[MeSH]) AND (Telerehabilitation[MeSH] OR Telemedicine[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR technology[MeSH] OR Videoconferencing[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR software[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR m-health OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR robotics[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR web-based OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR

teleconference\* OR "web portal\*" OR web-deliver\* OR "web conferenc\*" OR Skype\* OR iChat\* OR "remote intervention" OR "remote treatment" OR "remote training" OR "remote empowerment" OR "remote therapy")

Per dislessia in Embase ha compreso i seguenti termini:

(Dyslexia/exp OR 'Specific Learning Disorder'/exp OR 'Learning Disabilities'/exp OR 'reading disorder\*' OR 'poor read\*' OR Reading/exp) AND (Child/exp OR Adolescent/exp) AND (Telerehabilitation/exp OR Telemedicine/exp OR telerehabilitat\* OR 'tele rehabilitation' OR Tele-rehabilitation OR 'tele health' OR telehealth OR 'remote consultation' OR Telepatholog\* OR 'Mobile Applications'/exp OR eHealth OR technology/exp OR Videoconferencing/exp OR videoconf\* OR 'augmented reality'/exp OR 'interactive multimedia' OR 'interactive software' OR 'digital media' OR software/exp OR 'interactive technolog\*' OR 'mHealth technolog\*' OR mHealth OR m-health OR 'mobile tech\*' OR 'Video Games'/exp OR 'real-time monitoring device' OR 'Virtual Reality'/exp OR robotics/exp OR Internet OR telephone OR 'mobile health' OR web-based OR 'online services' OR Online OR 'Remote Consultation\*' OR 'Patient portal\*' OR 'Computer-Assisted Instruction' OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR 'web portal\*' OR web-deliver\* OR 'web conferenc\*' OR Skype\* OR iChat\* OR 'remote intervention' OR 'remote treatment' OR 'remote training' OR 'remote empowerment' OR 'remote therapy' )

Per disturbo della comprensione del testo in MEDLINE (PubMed) ha compreso i seguenti termini:

("Reading"[MeSH] OR "poor comprehender\*" OR "poor reading comprehension" OR "Comprehension"[MeSH] OR "specific comprehension deficit\*" OR "comprehension difficult\*" OR "less-skilled comprehen\*" OR "comprehension failure" OR "reading difficult\*" OR "difficulty comprehending" OR "poor comprehension" OR "struggling reader\*" OR "specific reading comprehension difficult\*" OR "specific reading comprehension disabilit\*" OR "low comprehender\*" OR "weak reading comprehen\*" OR "reading comprehension disab\*") AND (Child[MeSH] OR Adolescent[MeSH]) AND (Telerehabilitation[MeSH] OR Telemedicine[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR technology[MeSH] OR Videoconferencing[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR software[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR m-health OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR robotics[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR web-based OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR web-deliver\* OR "web conferenc\*" OR Skype\* OR iChat\* OR "remote intervention" OR "remote treatment" OR "remote training" OR "remote empowerment" OR "remote therapy")

La strategia di ricerca utilizzata per Disturbo della comprensione del testo in Embase ha compreso i seguenti termini:

(Reading/exp OR 'poor comprehender\*' OR 'poor reading comprehension' OR Comprehension/exp OR 'specific comprehension deficit\*' OR 'comprehension difficult\*'

OR 'less-skilled comprehen\*' OR 'comprehension failure' OR 'reading difficult\*' OR 'difficulty comprehending' OR 'poor comprehension' OR 'struggling reader\*' OR 'specific reading comprehension difficult\*' OR 'specific reading comprehension disabilit\*' OR 'low comprehender\*' OR 'weak reading comprehen\*' OR 'reading comprehension disab\*') AND (Child/exp OR Adolescent/exp) AND (Telerehabilitation/exp OR Telemedicine/exp OR telerehabilitat\* OR 'tele rehabilitation' OR Tele-rehabilitation OR 'tele health' OR telehealth OR 'remote consultation' OR Telepatholog\* OR 'Mobile Applications'/exp OR eHealth OR technology/exp OR Videoconferencing/exp OR videoconf\* OR 'augmented reality'/exp OR 'interactive multimedia' OR 'interactive software' OR 'digital media' OR software/exp OR 'interactive technolog\*' OR 'mHealth technolog\*' OR mHealth OR m-health OR 'mobile tech\*' OR 'Video Games'/exp OR 'real-time monitoring device' OR 'Virtual Reality'/exp OR robotics/exp OR Internet OR telephone OR 'mobile health' OR web-based OR 'online services' OR Online OR 'Remote Consultation\*' OR 'Patient portal\*' OR 'Computer-Assisted Instruction' OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR 'web portal\*' OR web-deliver\* OR 'web conferenc\*' OR Skype\* OR iChat\* OR 'remote intervention' OR 'remote treatment' OR 'remote training' OR 'remote empowerment' OR 'remote therapy' )

Per disturbo della competenza ortografica in MEDLINE (PubMed) ha compreso i seguenti termini:

("Writing"[MeSH]) OR "writing skill\*" OR "writing ability\*" OR "writing development" OR "writing improvement" OR spelling OR "spelling disorder\*" OR "dysgraphia" OR "Agraphia"[MeSH] OR dysorthography) AND (Child[MeSH] OR Adolescent[MeSH]) AND (Telerehabilitation[MeSH] OR Telemedicine[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR technology[MeSH] OR Videoconferencing[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR software[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR m-health OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR robotics[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR web-based OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR web-deliver\* OR "web conferenc\*" OR Skype\* OR iChat\* OR "remote intervention" OR "remote treatment" OR "remote training" OR "remote empowerment" OR "remote therapy")

Per disturbo della competenza ortografica in Embase ha compreso i seguenti termini:

(Writing/exp) OR 'writing skill\*' OR 'writing ability\*' OR 'writing development' OR 'writing improvement' OR spelling OR 'spelling disorder\*' OR dysgraphia OR Agraphia/exp OR dysorthography AND (Child/exp OR Adolescent/exp) AND (Telerehabilitation/exp OR Telemedicine/exp OR telerehabilitat\* OR 'tele rehabilitation' OR Tele-rehabilitation OR 'tele health' OR telehealth OR 'remote consultation' OR Telepatholog\* OR 'Mobile Applications'/exp OR eHealth OR technology/exp OR Videoconferencing/exp OR videoconf\* OR 'augmented reality'/exp OR 'interactive multimedia' OR 'interactive software' OR 'digital media' OR software/exp OR 'interactive technolog\*' OR 'mHealth technolog\*' OR mHealth OR m-health OR 'mobile tech\*' OR 'Video Games'/exp OR 'real-time monitoring device' OR 'Virtual Reality'/exp OR robotics/exp OR Internet OR telephone OR 'mobile health' OR web-based OR 'online

services' OR Online OR 'Remote Consultation\*' OR 'Patient portal\*' OR 'Computer-Assisted Instruction' OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR 'web portal\*' OR web-deliver\* OR 'web conferenc\*' OR Skype\* OR iChat\* OR 'remote intervention' OR 'remote treatment' OR 'remote training' OR 'remote empowerment' OR 'remote therapy')

Per discalculia in MEDLINE (PubMed) ha compreso i seguenti termini:

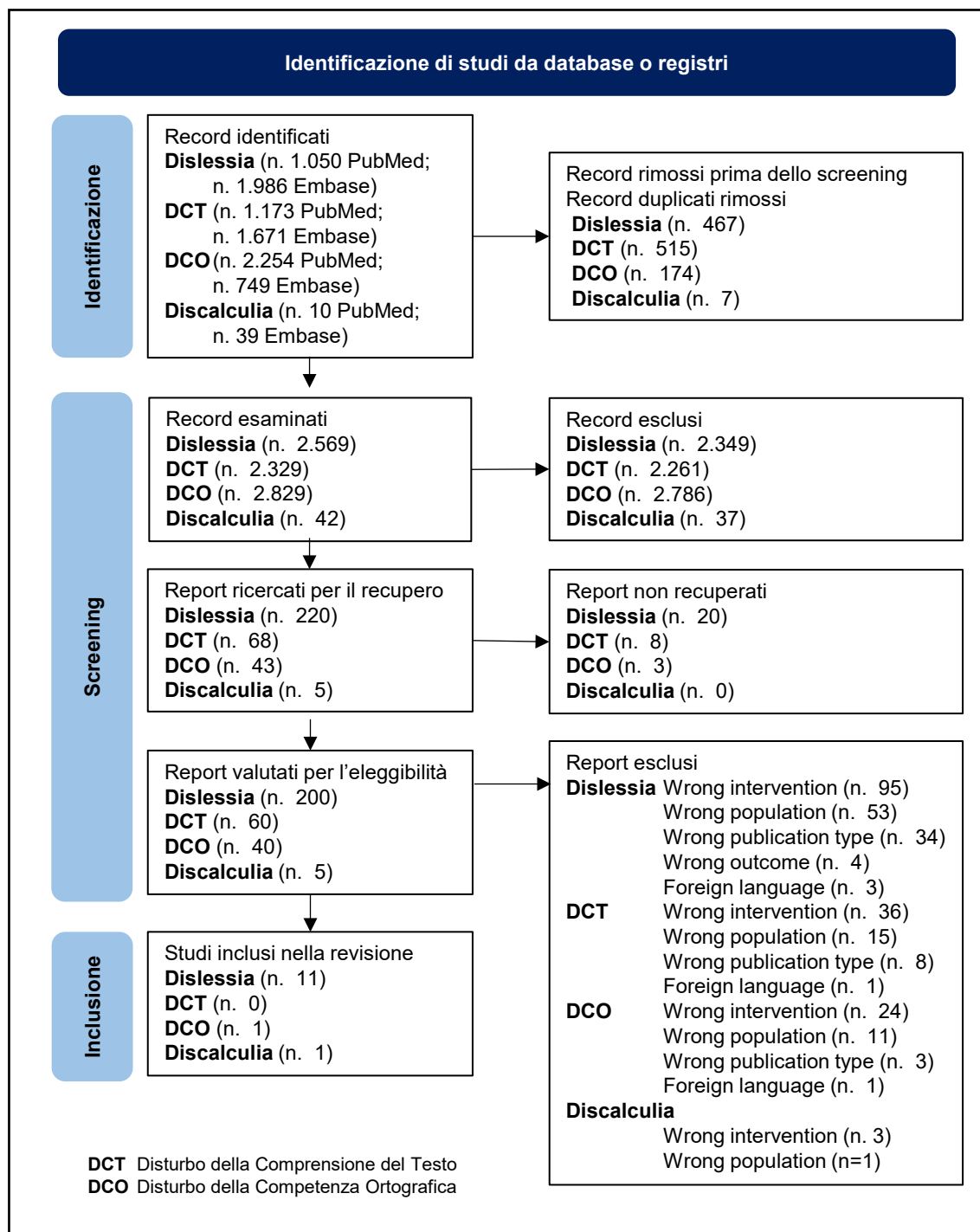
("Dyscalculia"[MeSH] OR "math\* disability" OR "math\* difficulty") AND (Child[MeSH] OR Adolescent[MeSH]) AND (Telerehabilitation[MeSH] OR Telemedicine[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR technology[MeSH] OR Videoconferencing[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR software[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR m-health OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR robotics[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR web-based OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR web-deliver\* OR "web conferenc\*" OR Skype\* OR iChat\* OR "remote intervention" OR "remote treatment" OR "remote training" OR "remote empowerment" OR "remote therapy")

Per discalculia in Embase ha compreso i seguenti termini:

(Dyscalculia/exp OR 'math\* disability' OR 'math\* difficulty') AND (Child/exp OR Adolescent/exp) AND (Telerehabilitation/exp OR Telemedicine/exp OR telerehabilitat\* OR 'tele rehabilitation' OR Tele-rehabilitation OR 'tele health' OR telehealth OR 'remote consultation' OR Telepatholog\* OR 'Mobile Applications'/exp OR eHealth OR technology/exp OR Videoconferencing/exp OR videoconf\* OR 'augmented reality'/exp OR 'interactive multimedia' OR 'interactive software' OR 'digital media' OR software/exp OR 'interactive technolog\*' OR 'mHealth technolog\*' OR mHealth OR m-health OR 'mobile tech\*' OR 'Video Games'/exp OR 'real-time monitoring device' OR 'Virtual Reality'/exp OR robotics/exp OR Internet OR telephone OR 'mobile health' OR web-based OR 'online services' OR Online OR 'Remote Consultation\*' OR 'Patient portal\*' OR 'Computer-Assisted Instruction' OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR 'web portal\*' OR web-deliver\* OR 'web conferenc\*' OR Skype\* OR iChat\* OR 'remote intervention' OR 'remote treatment' OR 'remote training' OR 'remote empowerment' OR 'remote therapy' )

## Processo di selezione degli studi

Il processo di selezione e screening degli studi è presentato in Figura 1 (Page *et al.*, 2021). Dopo la ricerca bibliografica, tutte le citazioni identificate sono state caricate nell'applicazione web di revisione sistematica Rayyan messa a punto dal Qatar Computing Research Institute (QCRI) (Ouzzani *et al.* 2016) e i duplicati sono stati rimossi.



**Figura 1. Disturbi specifici di apprendimento: flowchart del processo di selezione degli studi, dalla creazione dei database a maggio 2024**

Per quanto riguarda il disturbo della decodifica, i titoli e gli abstract di 3.036 studi sono stati vagliati da due o più revisori indipendenti e, a seguito del processo di screening degli studi, 95 studi sono stati esclusi perché non valutavano la teleriabilitazione come intervento (*wrong*

*intervention*), 34 studi poiché case report, commenti, editoriali, evidenze qualitative o revisioni sistematiche (*wrong publication type*), 53 studi poiché non includevano bambini e adolescenti con dislessia (*wrong population*), 3 studi in quanto scritti in lingua diversa dall'inglese (*foreign language*) e 4 studi poiché non riportavano misure di efficacia (*wrong outcome*). Sulla base di questa selezione sono stati inclusi 11 lavori primari di cui 7 studi relativi al contesto italiano (Cancer *et al.*, 2021; Capodieci *et al.*, 2022; Capodieci *et al.*, 2023; Eroğlu *et al.*, 2021; Kohnen *et al.*, 2021; Lorusso *et al.*, 2022; Lorusso *et al.*, 2024a; Lorusso *et al.*, 2024b; Pecini *et al.*, 2018; Pecini *et al.*, 2019; Verwimp *et al.*, 2024). Tramite una selezione *hand search* sono stati identificati ulteriori due studi che rispettano i criteri di inclusione (Tressoldi *et al.*, 2012; Tucci *et al.*, 2015).

Per quanto concerne il disturbo della comprensione del testo, i titoli e gli abstract di 2.844 studi sono stati vagliati da due o più revisori indipendenti e, a seguito dello screening degli studi, non sono stati identificati lavori che rispettassero i criteri della ricerca effettuata. Tramite una selezione *hand search* è stato intercettato uno studio che rispetta i criteri di inclusione (Capodieci *et al.*, 2020).

Rispetto al disturbo della componente ortografica della scrittura, sono stati selezionati gli studi che descrivono strumenti e interventi riabilitativi a distanza relativi alla componente ortografica e che misurano in modo quantitativo e qualitativo l'efficacia del trattamento in bambini con disortografia e/o con fragilità in questa componente, purché all'interno di una diagnosi di DSA. I titoli e gli abstract di 3.303 studi sono stati vagliati da due o più revisori indipendenti e, a seguito dello screening degli studi, è stato identificato un lavoro che rispetta i criteri della ricerca effettuata (Higgins & Raskind, 2004). Sono stati inclusi tramite *hand search* ulteriori 9 studi nei quali la popolazione presenta cadute significative nelle prove di scrittura insieme ad una diagnosi primaria di disturbo della lettura (Lorusso *et al.*, 2022; Lorusso *et al.*, 2024a; Lorusso *et al.*, 2024b; Capodieci *et al.*, 2022; Capodieci *et al.*, 2023; Tucci *et al.*, 2019; Beers *et al.*, 2018; Gong *et al.*, 2022; Ruffini *et al.*, 2023).

Per quanto concerne la discalculia evolutiva, i titoli e gli abstract di 49 studi sono stati vagliati da due o più revisori indipendenti e, a seguito dello screening degli studi, è stato identificato un lavoro che rispetta i criteri della ricerca effettuata (Zhang *et al.*, 2016).

## Risultati

### Disturbo della decodifica (dislessia)

Lo studio condotto da Cancer *et al.* (2021) ha coinvolto 30 bambini di età compresa tra 8 e 13 anni, tutti con diagnosi di dislessia evolutiva. I bambini sono stati divisi in due gruppi: uno ha ricevuto la riabilitazione a distanza e l'altro la riabilitazione in presenza. Entrambi i gruppi hanno partecipato a 10 sessioni bisettimanali di 45 minuti, seguendo un programma di intervento basato sul ritmo (*Rhythmic Reading Training*, RRT) per migliorare la lettura. I risultati hanno mostrato che entrambe le modalità, a distanza e in presenza, hanno portato a miglioramenti significativi nella velocità e accuratezza di lettura, senza differenze significative tra i due approcci.

Lo studio di Tressoldi *et al.* (2012) ha coinvolto 384 bambini con diagnosi di dislessia, distribuiti in tre gruppi per valutare l'efficacia e l'efficienza di diversi trattamenti. Un gruppo ha ricevuto il trattamento nel *setting* clinico, mentre gli altri due gruppi hanno seguito trattamenti domiciliari con il supporto da parte dei genitori o tutor. I trattamenti domiciliari prevedevano l'utilizzo di software specifici per migliorare la velocità e l'accuratezza della lettura, con sessioni di almeno 10 minuti al giorno per tre mesi. Il confronto sull'efficacia ha mostrato una chiara

superiorità del trattamento nel *setting* clinico rispetto ai trattamenti domiciliari. Il confronto sull'efficienza, invece, ha evidenziato la superiorità di un trattamento domiciliare.

Gli studi di Tucci (2019), Pecini (2018, 2019), Capodieci (2022, 2023) *et al.* hanno utilizzato la piattaforma RIDInet per la teleriabilitazione delle difficoltà di apprendimento e dei processi cognitivi sottostanti, con sessioni intensive a distanza, integrate con feedback immediato e difficoltà auto-adattiva degli esercizi. Lo studio di Tucci *et al.* (2019) includeva 34 bambini con diagnosi di dislessia. L'intervento prevedeva l'uso dell'*App Reading Trainer* (facente parte della già citata piattaforma RIDInet) progettata per esercitare la lettura temporizzata e finalizzata a migliorare la velocità di decodifica. Le sessioni erano supervisionate da clinici o insegnanti, ma svolte prevalentemente in modalità autonoma dai bambini a casa. I risultati hanno dimostrato l'efficacia dell'intervento nel migliorare la velocità di lettura, la comprensione del testo e le competenze ortografiche.

Anche lo studio di Pecini *et al.* (2018) ha utilizzato l'*App Reading Trainer*. Hanno partecipato allo studio 25 bambini con dislessia, suddivisi in base alla storia anamnestica per ritardo del linguaggio orale. I risultati suggeriscono il miglioramento della decodifica della lettura dopo il trattamento, indipendentemente dal profilo neuropsicologico funzionale o dalla storia di ritardo del linguaggio orale. I cambiamenti rilevati erano specifici per la decodifica e non erano associati a miglioramenti nella comprensione della lettura o nelle abilità di spelling.

Lo studio di Pecini *et al.* (2019) ha coinvolto 45 bambini, frequentanti dalla seconda alla quinta elementare, con diagnosi di dislessia. I partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi: il primo (24 bambini) ha utilizzato l'*App Run the RAN*, volta a migliorare la rapidità di denominazione automatizzata (*Rapid Automated Naming*, RAN), mentre il secondo gruppo (21 bambini) ha utilizzato l'*App Reading Trainer*. Entrambi i programmi prevedevano esercizi intensivi a domicilio per un periodo di 3 mesi, con sessioni di 5-15 minuti, da eseguire 3-5 volte a settimana, sotto la supervisione di un adulto. Entrambi i programmi hanno mostrato miglioramenti significativi nella velocità e nell'accuratezza della lettura di brani e parole, senza differenze fra i due tipi di intervento.

Lo studio di Capodieci *et al.* (2022) ha coinvolto 42 bambini di età compresa tra 5 e 11 anni, con diagnosi di DSA o Disturbi del Linguaggio (DL). L'intervento ha utilizzato l'*App MemoRAN*, progettata per migliorare le funzioni esecutive come inibizione, flessibilità cognitiva e memoria di lavoro in compiti di integrazione visivo-verbale. I bambini hanno partecipato a tre sessioni settimanali di 15-20 minuti per tre mesi. I risultati hanno mostrato miglioramenti significativi nei compiti che richiedono controllo esecutivo, e nei bambini di età scolare, nell'accuratezza di lettura e scrittura.

Lo studio di Capodieci *et al.* (2023) ha coinvolto 73 bambini con diagnosi di DSA. I bambini sono stati divisi in due gruppi: 48 hanno ricevuto la teleriabilitazione utilizzando le *App RunTheRAN* e *MemoRAN*, mentre 25 sono rimasti in lista d'attesa. L'intervento è durato da 3 a 4 mesi, con sessioni di 15-20 minuti ripetute più volte alla settimana. I risultati hanno mostrato miglioramenti significativi nella fluidità, accuratezza di lettura e nelle capacità di dettato nei bambini che hanno seguito la teleriabilitazione.

Lo studio di Eroğlu *et al.* (2021) ha coinvolto 30 bambini diagnosticati con dislessia, di età compresa tra 7 e 10 anni. Il gruppo sperimentale, composto da 16 bambini, ha utilizzato una *App* chiamata *Auto Train Brain*, che combina il *neurofeedback* e i metodi di apprendimento multisensoriale per migliorare le capacità di lettura. Questo gruppo ha partecipato a 60 sessioni, ciascuna della durata di 30 minuti. Il gruppo di controllo, composto da 14 bambini, ha continuato con il percorso riabilitativo senza l'utilizzo dell'*App*. I risultati hanno mostrato che l'applicazione del metodo di *neurofeedback* e apprendimento multisensoriale ha migliorato la comprensione della lettura nel gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo. Entrambi i gruppi sono migliorati nella consapevolezza fonemica e nell'ortografia di parole inesistenti.

Lo studio di Kohnen *et al.* (2021) ha esaminato l'efficacia degli interventi di alfabetizzazione somministrati tramite videoconferenza a 18 bambini, di età compresa tra 7 e 12 anni, con difficoltà di lettura e ortografia. I partecipanti, che avevano punteggi inferiori alla media in test di lettura e ortografia, hanno ricevuto 30 sessioni di intervento personalizzato, erogate tramite piattaforme di videocomunicazione. Le sessioni, della durata di 30-45 minuti ciascuna, si concentravano su competenze fonetiche e lessicali, mirate a colmare le lacune nelle capacità di lettura e scrittura dei bambini. I risultati hanno mostrato miglioramenti nelle abilità di lettura di non-parole e nella conoscenza delle corrispondenze lettera-suono dopo il teleintervento rispetto al periodo senza intervento che ha preceduto l'inizio del *training*.

Gli studi condotti da Lorusso *et al.* (2022), Lorusso *et al.* (2023), Lorusso *et al.* (2024a), Lorusso *et al.* (2024b) hanno esaminato l'efficacia di interventi neuropsicologici remoti per bambini con dislessia evolutiva, utilizzando la piattaforma Tachidino. Nello studio del 2022, Lorusso *et al.* hanno coinvolto 91 bambini di età compresa tra 7 e 14 anni, suddivisi per età e severità dei disturbi. L'intervento consisteva in sessioni giornaliere di 20-30 minuti per quattro settimane, con esercizi di attenzione visiva e stimolazione emisferica specifica. I risultati hanno mostrato che non vi erano differenze significative nei miglioramenti della velocità e accuratezza di lettura tra i vari gruppi di età, ma i bambini sotto i 9 anni sono migliorati di più nell'accuratezza della scrittura. Inoltre, i bambini con difficoltà iniziali più severe hanno ottenuto miglioramenti maggiori rispetto a quelli con difficoltà più lievi. Nello studio del 2023, Lorusso *et al.* hanno coinvolto 136 bambini, di età compresa tra 7 e 14 anni con diagnosi di dislessia evolutiva, suddivisi in vari gruppi in base alla presenza di comorbidità con ADHD, trattamenti precedenti e cicli ripetuti di intervento. L'intervento, della durata di 3-4 settimane, si è concentrato sul miglioramento delle abilità di lettura e scrittura. I risultati hanno mostrato che il trattamento con Tachidino ha portato benefici significativi per tutti i bambini, indipendentemente dalla presenza di comorbidità, storia clinica o cicli ripetuti di intervento. Lorusso *et al.* (2024a) hanno confrontato l'efficacia di due trattamenti: uno somministrato in presenza (*Visual Hemisphere-Specific Stimulation*, VHSS + *Action Video Game Training*, AVG) e uno da remoto tramite Tachidino, coinvolgendo 129 bambini. I risultati hanno mostrato che entrambi i trattamenti sono stati significativamente e similmente efficaci nel migliorare la velocità di lettura, l'accuratezza nella lettura e l'accuratezza nella scrittura. Non è stata osservata alcuna riduzione degli effetti dopo l'interruzione del trattamento.

Lo studio di Verwimp *et al.* (2024) ha coinvolto 254 bambini con dislessia, i quali hanno ricevuto un trattamento tradizionale in presenza, e 162 bambini che hanno seguito un trattamento online. L'obiettivo era confrontare l'efficacia dei due approcci nel migliorare le abilità di lettura e ortografia. Entrambi i gruppi hanno ricevuto circa 40 sessioni di trattamento, incentrate sulla corrispondenza lettera-suono e sull'automazione della decodifica delle parole. I bambini nel gruppo di trattamento online hanno ricevuto un numero leggermente inferiore di sessioni di trattamento, ma hanno fatto progressi equivalenti rispetto al gruppo di trattamento tradizionale, tenendo conto del numero di sessioni.

## **Disturbo di comprensione del testo**

Lo studio di Capodieci *et al.* (2020) ha coinvolto 28 bambini con difficoltà di comprensione del testo. Il programma di intervento utilizzato, Cloze, è stato condotto sotto la supervisione del clinico in modalità mista (ambulatoriale e domiciliare) utilizzando una App auto-adattiva finalizzata a migliorare le capacità inferenziali con un intervento di tipo intensivo. I bambini hanno partecipato a sessioni di 15-20 minuti per tre o quattro volte a settimana, per un periodo di tre o quattro mesi. Lo studio riporta i risultati a livello di gruppo, in assenza di un campione di controllo, su misure standardizzate non oggetto del trattamento. I risultati hanno evidenziato

miglioramenti dopo l'intervento nella comprensione del testo valutata distinguendo tra testi narrativi e informativi.

## **Disturbo della competenza ortografica**

Lo studio di Higgins e Raskind (2004) ha coinvolto 28 studenti con difficoltà di lettura e ortografia, suddivisi in due gruppi sperimentali che hanno ricevuto trattamenti diversi per 17 settimane. Un gruppo ha utilizzato un programma basato sul riconoscimento vocale (*Speech Recognition-based Program*, SRBP), mentre l'altro ha seguito un programma "computer and text-based", focalizzato sull'automatizzazione della lettura (*Automaticity Program*, AP). Nel programma SRBP, gli studenti selezionavano storie, ascoltavano parole preregistrate e dovevano scegliere la parola corretta per costruire frasi. Il programma utilizzava sintesi vocale per aiutare nella lettura e migliorare il riconoscimento delle parole. Le sessioni duravano 25 minuti, due volte a settimana. Nel programma AP, gli studenti praticavano il riconoscimento rapido di pattern fonologici e parole frequenti, con letture ripetute per aumentare la fluenza. Le attività si svolgevano in classe con l'insegnante, il compagno e al computer, per 50 minuti, tre volte a settimana. Ad una analisi che ha tenuto conto di età e QI, sia il gruppo SRBP che il gruppo AP hanno mostrato miglioramenti significativi rispetto al gruppo di controllo nel riconoscimento di parole e nella comprensione della lettura. Nessuno dei due programmi ha mostrato differenze significative rispetto al gruppo di controllo nell'ortografia. Il programma SRBP ha anche migliorato le prestazioni del gruppo target rispetto al gruppo di controllo nei compiti di elisione fonologica e di efficienza nella lettura di parole non familiari.

Lo studio di Beers *et al.* (2018) ha coinvolto 20 studenti con difficoltà nella lettura e nell'ortografia e 15 tipici di controllo. I partecipanti hanno completato 18 lezioni di scrittura computerizzata, che includevano attività su formazione delle lettere, ortografia e composizione on-line. I risultati hanno mostrato prestazioni più basse tra il gruppo con dislessia e quello di controllo in due misure con lo stilo (numero totale di parole e percentuale di errori di ortografia) e in quattro compiti di tastiera relativi alla trascrizione.

Lo studio di Gong *et al.* (2022) ha coinvolto oltre 1300 studenti delle scuole medie per indagare la *fluency* nella digitazione come sotto-competenza della scrittura, analizzando il suo impatto sui processi di scrittura, sui punteggi e sulle caratteristiche testuali. La fluency è stata analizzata in relazione a fattori demografici e linguistici come genere, etnia e classe. I risultati hanno evidenziato l'esistenza di una soglia di fluency, variabile in base agli scopi della scrittura, oltre la quale i processi di scrittura non sono più influenzati dalla velocità di digitazione. Gli studenti con una digitazione più fluida hanno dimostrato comportamenti di produzione del testo, trascrizione e revisione più efficienti rispetto a quelli meno fluenti, producendo anche testi di qualità linguistica superiore.

Lo studio di Ruffini *et al.* (2023) ha coinvolto 175 studenti di terza, quarta e quinta elementare provenienti da nove scuole primarie della Toscana. Gli studenti hanno eseguito compiti di comprensione e produzione di testi sia su carta che in formato digitale, e sono stati valutati per le loro funzioni esecutive (inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva). I risultati hanno mostrato che, a livello di gruppo, non c'erano differenze significative tra i compiti svolti su carta e quelli in digitale, eccetto per la lunghezza del testo, che era maggiore in digitale. Tuttavia, gli studenti con prestazioni più basse in lettura e scrittura hanno beneficiato maggiormente della modalità digitale rispetto a quella cartacea, mentre i migliori performer hanno ottenuto risultati migliori su carta. La memoria di lavoro ha spiegato la differenza tra comprensione su carta e in digitale nei lettori meno competenti, e la flessibilità cognitiva ha spiegato la maggiore complessità narrativa nei testi scritti digitalmente dagli scrittori meno abili. Lo studio evidenzia il potenziale

vantaggio della modalità digitale per gli studenti con difficoltà e sottolinea l'importanza delle funzioni esecutive nel supportare la lettura e la scrittura.

Lo studio di Tucci *et al.* (2019) ha coinvolto 48 bambini, 24 con diagnosi certa di disortografia e 24 con diagnosi incerta. L'intervento è stato effettuato utilizzando l'App "Dal Suono Al Segno" attraverso la piattaforma di tele-riabilitazione RIDInet. I partecipanti hanno svolto esercizi a casa per 15-20 minuti, tre volte a settimana, per un periodo compreso tra 8 e 20 settimane. I risultati hanno evidenziato una significativa riduzione degli errori di scrittura, in particolare degli errori fonologici, nei bambini con diagnosi certa.

Gli studi di Lorusso *et al.* (2022), Lorusso *et al.* (2024a), Lorusso *et al.* (2024b) e Capodieci *et al.* (2022, 2023), che hanno implicazioni anche per l'ortografia, sono stati descritti nel paragrafo dei risultati del disturbo della decodifica.

## Discalculia

Lo studio di Zhang *et al.* (2016) descrive una tipologia di intervento, tramite web, focalizzato sulla costruzione e il consolidamento di strutture di conoscenza riguardanti ogni aspetto del sapere matematico che si possa incontrare nell'intero percorso di studio. Ogni unità di apprendimento è disegnata in modo tale da incoraggiare la costruzione di strutture semantiche e di relazioni concettuali significative e la flessibilità nell'applicazione delle conoscenze pregresse, attraverso la graduale e ripetuta somministrazione di compiti e prove da comprendere, risolvere e argomentare. L'intervento è stato proposto a 142 bambini con difficoltà di apprendimento matematico di quinta classe primaria, con sessioni di almeno 15 minuti, da svolgersi autonomamente a casa, almeno una volta alla settimana, per circa sei settimane. I bambini sottoposti a questo allenamento hanno ottenuto alle prove di matematica finali risultati migliori rispetto al gruppo di controllo.

## Discussione

### Disturbo della decodifica (dislessia)

Relativamente al disturbo della decodifica, gli studi identificati si rivolgono prevalentemente a bambini di età di scuola primaria e secondaria di primo grado con difficoltà di velocità e correttezza nella decodifica e implicano, in molti casi, la mediazione dell'adulto. In particolare, gli studi selezionati riguardano interventi rivolti a bambini con diagnosi di dislessia evolutiva o comunque con difficoltà di lettura e vengono svolti nel contesto domiciliare (o talvolta scolastico, Kohnen *et al.*, 2021) con il monitoraggio a distanza in modalità sincrona o asincrona. Alcuni trattamenti prevedono la presenza di un adulto che affianca il bambino durante gli esercizi (Pecini *et al.*, 2019; Eroğlu *et al.*, 2021) mentre altri sono svolti in modo prevalentemente autonomo dal bambino (Lorusso *et al.*, 2022, Lorusso *et al.*, 2024a, Lorusso *et al.*, 2024b) ma sempre nell'ambito di un progetto riabilitativo supervisionato da un operatore sanitario.

Alcuni trattamenti sono focalizzati sulla lettura stessa e altri su processi cognitivi sottostanti alla decodifica. Generalmente gli interventi diretti sulla decodifica (Tressoldi *et al.*, 2012; Tucci *et al.*, 2015; Pecini *et al.*, 2018) richiedono esercizi di lettura a voce alta di sillabe, parole o testi di diversa difficoltà, con progressivo incremento della velocità di presentazione degli stimoli o istruzioni fonologiche ed esercizi di decodifica, proposti in modalità sincrona tramite videoconferenza (Kohnen *et al.*, 2021; Verwimp *et al.*, 2024). Nello studio di Eroğlu *et al.* (2021), è stato utilizzato un sistema di *neurofeedback* domiciliare per insegnare al bambino a modulare

l'attività cerebrale di aree implicate nel processo di lettura seguito da un esercizio di apprendimento multisensoriale (visuo-uditivo) dell'alfabeto. Altri interventi (Pecini *et al.*, 2019; Cancer *et al.*, 2021; Capodieci *et al.*, 2022) si basano su attività di attenzione visiva, integrazione visuo-verbale, percezione del ritmo o altri processi ritenuti fondamentali per una lettura fluente. Altri studi ancora utilizzano modalità combinate di trattamento i tipi nello stesso trattamento (Capodieci *et al.*, 2023, Lorusso *et al.*, 2022; Lorusso *et al.*, 2024a; Lorusso *et al.*, 2024b).

Relativamente ai risultati di efficacia, vengono riportati dati positivi relativi al miglioramento della decodifica (Tressoldi *et al.*, 2012; Tucci *et al.*, 2015; Pecini *et al.*, 2018; Pecini *et al.*, 2019; Kohnen *et al.*, 2021; Capodieci *et al.*, 2023, Lorusso *et al.*, 2022; Lorusso *et al.*, 2024a; Lorusso *et al.*, 2024b) e/o degli altri esiti considerati (Cancer *et al.*, 2021; Eroğlu *et al.*, 2021). Lo studio di Eroğlu *et al.* (2021) non riporta risultati significativi sulle abilità di decodifica mentre quello di Capodieci *et al.* (2022) riporta solo risultati parziali. Gli studi che hanno direttamente confrontato il trattamento a distanza con quello in presenza (Cancer *et al.*, 2021, Lorusso *et al.*, 2024b; Verwimp *et al.*, 2024) non riportano differenze di efficacia.

Altri studi hanno enfatizzato come i trattamenti in tele-riabilitazione siano associati a impatto positivo e soddisfazione espressa dal beneficiario e dai *caregiver* (Lorusso *et al.*, 2024b), riduzione dei costi e incremento dell'efficienza del trattamento (Tressoldi *et al.*, 2012), sostenibilità del trattamento (Capodieci *et al.*, 2022, Lorusso *et al.*, 2024a) e abbattimento delle liste d'attesa (Verwimp *et al.*, 2024). Cancer *et al.* (2021) suggeriscono cautela con soggetti fragili (es. in presenza di comorbidità con difficoltà attentive) e con programmi che richiedono un ruolo attivo o troppo competente dell'adulto che affianca il bambino nel contesto domiciliare.

Due studi confrontano l'efficacia del trattamento in bambini con diverse comorbidità, anamnesi o storia clinica, precedente intervento logopedico, presenza/assenza di pregresso ritardo del linguaggio (Lorusso *et al.*, 2024a; Pecini *et al.*, 2018) evidenziando risultati abbastanza simili nei sottogruppi. Un altro studio (Lorusso *et al.*, 2024b) confronta diversi sottogruppi con cadute in lettura e scrittura, prevalenti in lettura, prevalenti in scrittura ed esclusive nell'uno e nell'altro parametro, e mostra come i risultati siano essenzialmente comparabili (ma nei due gruppi con cadute esclusive in lettura e in scrittura, come prevedibile, il miglioramento era limitato al parametro deficitario). Due studi non riportano effetti dell'esercizio di decodifica sulle abilità di comprensione e scrittura (Pecini *et al.*, 2018; Pecini *et al.*, 2019). La valutazione dell'efficacia negli studi selezionati avviene con strumenti standardizzati oggettivi (es. cambiamento nelle misure di decodifica) e soggettivi (es. percezione di miglioramento) somministrati pre- e post-trattamento in presenza. I risultati indicano che la decodifica può essere oggetto di un intervento riabilitativo a distanza con l'obiettivo di incrementarne l'accuratezza e la velocità. Alcuni studi suggeriscono tuttavia che il parametro dell'accuratezza può necessitare di *training* più prolungati per garantire il mantenimento degli effetti nel tempo.

Nessuno degli studi inclusi ha seguito protocolli strettamente di tipo “*randomized controlled trial*”. Alcuni studi hanno utilizzato disegni con baseline (Kohnen *et al.*, 2021) mentre altri hanno utilizzato disegni parzialmente randomizzati e controllati (Pecini *et al.*, 2019; Eroğlu *et al.*, 2022; Capodieci *et al.*, 2023; Lorusso *et al.*, 2024a; Lorusso *et al.*, 2024b) mostrando risultati promettenti per l'utilizzo della teleriabilitazione. Altri studi hanno confrontato gli effetti in gruppi di soggetti con diverse caratteristiche (Pecini *et al.*, 2018; Lorusso *et al.*, 2022; Lorusso *et al.*, 2024a), ma la maggior parte di essi sono senza gruppo di controllo, in particolare senza gruppo di controllo attivo.

Nella maggior parte degli studi non viene presa in esame la necessità di specifici requisiti informatici o competenze nell'uso dei dispositivi tecnologici; la revisione indica che lo strumento più utilizzato è il PC, mentre pochi studi hanno utilizzato smartphone, tablet o console di gioco.

Gli studi mostrano alcuni criteri di scelta della modalità di erogazione (es. intensità, durata delle sessioni, impostazione dei parametri) relativi allo strumento in esame e al profilo del

bambino (es. comorbidità con difficoltà attentive). In particolare, la durata del trattamento può variare da poche settimane a diversi mesi senza sostanziali cambiamenti nell'efficacia del trattamento; sono, inoltre, presenti dati a favore anche di trattamenti ad elevata intensità, mentre la durata delle sessioni di lavoro solitamente non supera i 30-45 minuti. Alcuni studi (Tucci *et al.*, 2015; Pecini *et al.*, 2018; 2019; Kohnen *et al.*, 2021; Lorusso *et al.*, 2022, 2024a, 2024b; Capodieci *et al.*, 2022, 2023; Verwimp *et al.*, 2024) usano trattamenti che prevedono la possibilità di interagire con l'utente e monitorare online le prestazioni e quindi ricadono in una definizione di teleriabilitazione che comporta l'utilizzo di Internet, strumenti di telecomunicazione, l'interazione con il beneficiario e il monitoraggio online delle prestazioni.

Nel complesso, la letteratura esaminata risulta piuttosto disomogenea in quanto la popolazione presa in esame varia in termini di età, gravità del disturbo e presenza di comorbidità. I criteri di selezione dei partecipanti dei gruppi, inoltre, sono spesso variabili, così come le prove utilizzate per la valutazione degli esiti. Infine, anche la tipologia di trattamento erogato e la metodologia utilizzata variano molto da studio a studio.

## **Disturbo di comprensione del testo**

Per quanto riguarda il disturbo della comprensione del testo, la presente revisione sistematica della letteratura ha rilevato una carenza di studi dedicati a questa popolazione specifica. Questa scarsità può essere attribuita principalmente a diversi fattori. In primo luogo, la menzione esplicita del disturbo specifico della comprensione del testo all'interno dei DSA è relativamente recente, essendo stata esplicitamente menzionata nei sistemi diagnostici, separatamente dalla decodifica, solo nel 2013 con l'introduzione del DSM-5. Pertanto, gran parte della letteratura antecedente a tale data fa riferimento a soggetti con difficoltà di comprensione, genericamente indicati con varie espressioni, come per esempio "poor comprehenders". In secondo luogo, molti studi si concentrano sull'ambito scolastico come contesto d'intervento, piuttosto che sull'ambito clinico. Infine, in Italia, la diagnosi di questo disturbo ha trovato una procedura standardizzata con la pubblicazione della Linea Guida per la gestione dei Disturbi Specifici di Apprendimento (Progetto LG-DSA-2018, 2021) nel 2022, che ha contribuito a uniformare l'approccio diagnostico a livello nazionale.

Negli studi che in qualche modo hanno preso in considerazione tematiche associate con la teleriabilitazione delle difficoltà di comprensione, la valutazione dell'efficacia è generalmente condotta attraverso l'utilizzo di strumenti standardizzati, somministrati pre- e post-trattamento, di comprensione dei testi (es. cambiamento nelle misure di comprensione di testi narrativi o informativi), di metacognizione (es. strategie di lettura), di autoefficacia e di comportamento di lettura. I partecipanti coinvolti negli studi coprono età e gradi scolastici diversi, di scuola primaria e secondaria.

Un intervento di teleriabilitazione associato al lavoro in un servizio clinico può rappresentare un'opzione efficace e gestibile. Lo studio condotto da Capodieci *et al.* (2020) ha dimostrato che un intervento misto (ambulatoriale e domiciliare), supervisionato da un clinico e supportato da una App auto-adattiva per migliorare le capacità inferenziali, ha portato a risultati positivi. Altri studi, non inclusi nella revisione sistematica della letteratura perché non soddisfacevano tutti i criteri, ma comunque rilevanti, che utilizzano procedure remote basate su tecnologie dell'informazione e della comunicazione e sistemi intelligenti di tutoraggio per la riabilitazione della comprensione del testo, hanno mostrato miglioramenti significativi e duraturi nelle capacità di comprensione del testo scritto, con follow-up positivi (Potocki *et al.*, 2013). Questi interventi offrono il vantaggio della facile usabilità e dell'elevato engagement dello studente, raggiungendo anche contesti scolastici svantaggiati (Xu *et al.*, 2019; Schiavo *et al.*, 2020). Alcuni studi enfatizzano il ruolo cruciale degli insegnanti per l'efficacia del trattamento (Wijekumar *et al.*,

2013), e sottolineano l'importanza di programmi autoadattivi che integrano tecniche di *modelling*, *scaffolding* e strategie di lettura (Meyer *et al.*, 2011; Xu *et al.*, 2019), con feedback immediato (Cullen *et al.*, 2014) e adattivo (O'Reilly *et al.*, 2004). Tuttavia, i risultati mostrano differenze anche legate all'eterogeneità tra le misure create dai ricercatori (Kim *et al.*, 2006) e quelle standardizzate, oltre a una variabilità negli effetti del trattamento in relazione alla durata e intensità degli esercizi (Xu *et al.*, 2019).

## Disturbo della competenza ortografica

Relativamente al disturbo della competenza ortografica, gli studi si rivolgono prevalentemente a bambini di età di scuola primaria e secondaria di primo grado, a partire dai 7 anni, nei quali si osservano o permangono difficoltà nelle componenti ortografiche della scrittura. Tra i trattamenti descritti alcuni sono diretti sulle competenze ortografiche, altri su componenti (fonologica e lessicale) relative alla decodifica (lettura) con ricadute sull'ortografia, altri ancora includono elementi di *training* sul recupero o completamento lessicale ed elementi di *training* visuo-attentivo (Lorusso *et al.*; Lorusso *et al.*, 2022; Lorusso *et al.*, 2024a; Lorusso *et al.*, 2024b) o *training* delle funzioni esecutive (Capodieci *et al.*, 2022, 2023).

Tra i trattamenti diretti all'ortografia vengono riportati buoni risultati nell'utilizzo in teleriabilitazione di piattaforme e programmi che stimolino le componenti fonologiche e ortografiche di scrittura attraverso esposizione di esercizi gradualmente e personalizzati; viene riportata una significativa riduzione di errori di tipo fonologico e nei soggetti più grandi anche di tipo ortografico (Higgins & Raskind, 2004; Tucci *et al.*, 2019).

La teleriabilitazione della scrittura viene descritta come un buon mezzo per assicurare efficacia ed efficienza del trattamento, eventualmente integrata con sedute in presenza di monitoraggio in uno studio (Tucci *et al.*, 2019) che ha mostrato come un solo ciclo di trattamento a volte non risulti sufficiente per modificare sostanzialmente le prestazioni di scrittura dei bambini con disortografia, mentre altri lavori mostrano miglioramenti significativi e consistenti in diversi gruppi di età e di gravità in singoli cicli di trattamento di 3-4 settimane (Lorusso *et al.*, 2022) o di 3-4 mesi (Capodieci *et al.*, 2022; Capodieci *et al.*, 2023). Inoltre, uno studio (Lorusso *et al.*, 2024a) mostra come un secondo ciclo di trattamento (proposto nei casi in cui il primo ciclo non fosse stato risolutivo, ovvero con bambini che rispondono poco al trattamento), produce nella scrittura miglioramenti inferiori rispetto a quelli rilevati nella lettura. Un altro studio (Lorusso *et al.*, 2024b) mostra, inoltre, come i miglioramenti in scrittura tramite una piattaforma di teleriabilitazione siano significativi (post-test rispetto a pre-test e follow-up rispetto a pre-test) sia per un sottogruppo con difficoltà in lettura e scrittura che in un gruppo con difficoltà solo in scrittura.

Alcuni interventi hanno interessato tutti gli aspetti della scrittura e quindi non solo l'ortografia, ma anche, da un lato, le prassie, dall'altro, la capacità di produzione di materiale scritto (espressione). Beers *et al.* (2018) mostrano vantaggi significativi nella scrittura da tastiera piuttosto che manuale in studenti con disgrafia e disortografia, non comparabili a quelli ottenuti per gli studenti dislessici, riguardanti sia la qualità del testo scritto che il numero di errori ortografici. Il vantaggio legato alla riduzione degli errori ortografici si amplifica quando gli studenti acquisiscono una competenza avanzata nella digitazione, permettendo loro di mantenere lo sguardo sullo schermo anziché sulle mani (Gong *et al.*, 2022). La scrittura tramite tastiera non è stata valutata solo come strumento di facilitazione (Ruffini *et al.*, 2023), ma anche come mezzo riabilitativo, grazie a programmi di intervento mirati (Beers *et al.*, 2018; Gong *et al.*, 2022).

Gli strumenti utilizzati implicano generalmente la mediazione dell'adulto e spesso necessitano di integrazione del lavoro in presenza o di altra natura per favorire la generalizzazione (Micheletta, 2015). Gli studi Lorusso *et al.* (2022), Lorusso *et al.* (2024a) e Lorusso *et al.* (2024b)

si basano sull'uso di una piattaforma che non prevede, invece, la mediazione dell'adulto che affianca il bambino, ma solo il monitoraggio a distanza da parte dell'operatore clinico. Inoltre, vengono indicati come efficaci i programmi di riconoscimento vocale, programmi di videoscrittura (*Word processor* con controllo ortografico e predittore di parole) soprattutto se muniti di sintesi vocale e se accompagnati da strategie di utilizzo e da strumenti aggiuntivi (Micheletta, 2015; Higgins & Raskind, 2004) e interventi più tradizionali erogati in teleconferenza (Kohnen *et al.*, 2021).

Rispetto ai compiti di scrittura emerge una sostanziale equivalenza tra istruzioni fornite in presenza (in contesto scolastico) e utilizzo della *Computer Assisted Instruction* (Furlong *et al.*, 2021). Diversi studi sottolineano la necessità di integrare un intervento assistito da computer con un tutoring o una supervisione personalizzata, anche a distanza (Micheletta, 2015; Furlong *et al.*, 2021; Tucci *et al.*, 2019). In alcuni lavori si descrive una procedura di valutazione online che risulta efficace e controllata se condotta con operatore a distanza con la contemporanea presenza di un *caregiver* o di un esperto (logopedista, insegnante) (Furlong *et al.*, 2021). Uno studio pilota (Kohnen *et al.*, 2021) ha identificato alcune piattaforme di videoconferenza come strumenti ideali per la teleriabilitazione della scrittura, grazie alle loro caratteristiche di interazione in tempo reale, come interfacce utente intuitive, lavagne virtuali, condivisione di documenti e messaggistica istantanea. Inoltre, la pratica clinica sottolinea l'importanza di considerare alcuni requisiti fondamentali per gli strumenti (*hardware* e *software*) utilizzati nelle attività riabilitative a distanza, tra cui: compatibilità e portabilità su dispositivi diversi, supporto audio, tastiere e scanner.

Per alcune attività riabilitative, soprattutto legate alla capacità di espressione scritta, possono risultare utili le funzioni di predizione e correzione ortografica automatica. Gli algoritmi di ASR (*Automatic Speech Recognition*) sono in notevole evoluzione anche grazie ai contributi dell'Intelligenza Artificiale e stanno iniziando a configurarsi come strumenti affidabili superando i limiti descritti alcuni anni fa (Higgins & Raskind, 2004).

Nel complesso, la letteratura risulta disomogenea per vari aspetti, tra cui la popolazione esaminata, eterogenea sia per la tipologia del disturbo (es. disortografia con o senza menzione di dislessia e viceversa) che per la presenza di comorbidità (come il Disturbo da Deficit di Attenzione/Iperattività, *Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder*, ADHD). Vi sono inoltre differenze nell'entità del disturbo (soggetti con disturbi gravi rispetto a quadri di fragilità) e nell'età dei partecipanti considerati. La selezione dei gruppi, le prove utilizzate per la valutazione degli esiti, e il disegno degli studi variano considerevolmente: solo alcuni studi includono gruppi di controllo (con trattamenti alternativi o nessun trattamento). Anche il contesto di intervento non è sempre chiaro, con *caregiver* o clinici non sempre identificabili, poiché in alcuni casi l'intervento si svolge in ambito scolastico. Inoltre, vi è una grande varietà nei trattamenti erogati e nelle metodologie utilizzate. Un'altra criticità evidenziata è la difficoltà di generalizzare i risultati ottenuti in contesti con diverse caratteristiche linguistiche (Micheletta, 2015).

## Discalculia

La letteratura sulla discalculia è risultata particolarmente scarsa. A livello internazionale, la discalculia evolutiva soffre ancora della mancanza di criteri diagnostici univoci e condivisi, rendendo difficile il confronto tra i campioni studiati. Inoltre, la crescente urgenza "socioculturale ed economica" di promuovere lo sviluppo di solide competenze in ambito matematico, informatico e scientifico nella popolazione generale ha portato a un proliferare di studi e interventi, principalmente condotti in ambito scolastico, rivolti a studenti con difficoltà di apprendimento, indipendentemente dalla presenza di elementi clinicamente significativi. Questo

contesto spiega la limitatezza delle fonti che soddisfano i criteri di ricerca e la loro intrinseca debolezza metodologica.

Alcuni studi evidenziano l'efficacia di strategie di apprendimento matematico mediate dal web, di programmi di *training* al computer e di insegnamento a distanza, dalle quali è stato possibile ricavare indicazioni utili per supportare l'apprendimento anche in questo ambito. Tuttavia, è importante notare che questi lavori non si riferiscono a popolazioni clinicamente accertate e, nella maggior parte dei casi, gli interventi proposti sono adattati ai curricula scolastici standard. Per quanto la letteratura specifica sia praticamente inesistente, vari lavori hanno comunque esaminato aspetti che permettono di fare inferenze sulle possibilità offerte dalla teleriabilitazione. In letteratura sono presentati infatti *training* al computer, focalizzati su specifiche abilità matematiche, come il recupero dei fatti aritmetici, le procedure del calcolo, le frazioni, il senso del numero, e approcci di intervento tramite software (prevalentemente di tipo adattativo: *Number Race*, *Number Catcher*, *Discalculia Trainer*, *Calcularis*, *Vector*, ecc.) che sembrano essere efficaci.

La rassegna di Drigas *et al.* (2016) e quella di Chatzivasileiou e Drigas (2022) mettono in evidenza come varie tecnologie, compresi non solo *software*, ma anche App scaricabili sul telefono, possono produrre risultati efficaci. Sono infatti disponibili piattaforme e applicazioni che propongono modalità di apprendimento interattivo, da livelli elementari fino a concetti complessi, favorendone la rappresentazione mentale, la visualizzazione e la manipolabilità. I risultati incoraggianti delle sperimentazioni indicano come tali strumenti potrebbero affiancare con successo gli approcci didattici più tradizionali, favorendo lo sviluppo di competenze numeriche e matematiche tanto negli studenti con discalculia, quanto nella popolazione scolastica generale.

Infine, altri trattamenti riportati in letteratura, non necessariamente condotti in modalità telematica, sono focalizzati su processi cognitivi ritenuti importanti nell'acquisire le competenze aritmetiche e di calcolo. Questo filone di ricerca si concentra sull'allenamento delle funzioni cognitive correlate con l'apprendimento matematico, come la memoria di lavoro verbale e visuo-spaziale, l'inibizione e l'attenzione. I risultati, tuttavia, sono eterogenei: alcune ricerche hanno evidenziato miglioramenti in specifiche abilità matematiche, mentre altre non hanno riscontrato risultati significativi. Nel complesso, gli studi attuali non offrono prove sufficienti per documentare l'efficacia a lungo termine di tali interventi.

## Limitazioni

L'analisi dei risultati degli studi selezionati non permette di giungere a considerazioni pienamente conclusive sebbene offrano una visione generalmente positiva sull'efficacia della teleriabilitazione, evidenziando come possa risolvere problemi pratici importanti e, nei casi di successo, migliorare la motivazione del bambino. La necessità di mantenere cautela nell'interpretazione dei risultati va ricondotta ai limiti metodologici degli studi, quasi inevitabili in questo campo di ricerca, sia al possibile *bias* di pubblicazione, per cui solo gli studi con risultati positivi potrebbero essere stati divulgati. Le metodologie di analisi per valutare l'efficacia dell'intervento variano: alcuni studi utilizzano indicatori di efficacia a livello di gruppo (es. *effect size*) o individuale (es. superamento di criteri soglia o punteggi standardizzati). Alcuni autori e autrici, come Tucci *et al.* (2019), suggeriscono che l'efficacia si possa verificare attraverso la capacità di distinguere tra profili di fragilità e quelli clinicamente significativi al termine del trattamento. Sono necessari ulteriori studi che impieghino misure di *outcome* standardizzate e affidabili, anche di *near-transfer* e di *far-transfer*. Le ricerche finora condotte hanno trascurato alcuni aspetti rilevanti. In particolare, si è data scarsa attenzione all'interazione tra riabilitatore e bambino e all'integrazione della riabilitazione all'interno di un progetto che comprenda anche le

dimensioni motivazionali e relazionali, concentrandosi principalmente sull'uso delle tecnologie. Tuttavia, un'indagine basata sul metodo Delphi, condotta con 18 esperti italiani, ha evidenziato come l'uso di tecnologie (Lorusso & Borasio, 2023), spesso altamente motivante per il bambino, possa essere proficuamente utilizzato se integrato con attività più generali di apprendimento e con attenzione al significato degli interventi.

Un'altra limitazione riguarda l'assenza di criteri clinici specifici per stabilire l'eleggibilità alla riabilitazione a distanza nelle aree di decodifica, competenza ortografica e calcolo. Gli studi si limitano a suggerire criteri di opportunità, sottolineando l'importanza della teleriabilitazione per garantire la continuità assistenziale in condizioni sfavorevoli per lo spostamento dell'utente o dell'operatore domiciliare, come nel caso di impedimenti dovuti a lockdown o fasi pandemiche.

Gli studi raramente evidenziano differenze significative legate a genere, età o livello di gravità, ma sottolineano l'importanza della personalizzazione dell'intervento. Tale personalizzazione può includere l'integrazione di attività di *training* in presenza, se le caratteristiche del bambino lo richiedono. Attualmente, l'uso di *software* è il metodo principale per la riabilitazione a distanza, spesso tramite piattaforme che permettono il collegamento tra operatore e bambino. Tuttavia, c'è una documentazione insufficiente su interventi a distanza che prevedano un'interazione più diretta con l'operatore. Gli studi suggeriscono alcuni criteri per la scelta della modalità di erogazione (es. intensità e durata delle sessioni, impostazione dei parametri), adattandoli al profilo del bambino, come nel caso di comorbidità con difficoltà attentive.

## Conclusioni

La decodifica della lettura è stata oggetto di un intervento riabilitativo a distanza mirato a migliorarne l'accuratezza e la velocità. Miglioramenti significativi nelle abilità di lettura (accuratezza e velocità) sono stati ottenuti con trattamenti anche di sole tre-quattro settimane, ma alcuni studi suggeriscono che parametri come l'accuratezza richiedano un *training* più prolungato per garantire effetti duraturi nel tempo.

Per quanto riguarda la comprensione del testo, la promozione di abilità inferenziali è risultata utile per lo sviluppo delle abilità di comprensione (Capodieci *et al.*, 2020). Con riferimento a letteratura pertinente anche se non specifica, gli obiettivi dell'intervento possono includere l'ampliamento del vocabolario (Leong *et al.*, 1992), l'uso di strategie metacognitive e di elaborazione verbale e visiva (Johnson-Glenberg, 2005), l'auto-regolazione del comportamento di lettura (Niedo *et al.*, 2014), lo sviluppo di capacità inferenziali (Potocki *et al.*, 2015) e di sintesi (Wijekumar *et al.*, 2017).

Nella scrittura, la riabilitazione si concentra, oltre che sulle abilità di transcodifica, sul potenziamento dei processi di discriminazione uditivo-verbale e visiva, nonché sulla memoria uditivo-verbale e visiva, per migliorare la componente ortografica. Gli interventi mirano a rafforzare le competenze fonologiche e ortografiche attraverso esercizi graduali e personalizzati. Anche se pochi studi hanno esaminato l'espressione scritta e la produzione di testi, i risultati sono in parte incoraggianti. Alcuni studi indicano che i *training* di scrittura su tastiera possono migliorare le prestazioni ortografiche e di produzione del testo nei soggetti disgrafici e disortografici (Beers *et al.*, 2018; Gong *et al.*, 2022). Gli interventi più efficaci per la scrittura si basano su approcci multimodali che integrano rappresentazioni visive-ortografiche con il *training* delle competenze fonologiche e di corrispondenza fonema-grafema.

Per quanto riguarda il calcolo, non sono stati individuati nella ricerca formale studi che trattino esclusivamente la riabilitazione a distanza; tuttavia, esistono ricerche con elementi informativi rilevanti. Questi studi suggeriscono che alcune abilità matematiche, come il potenziamento dei fatti aritmetici, il calcolo mentale e le procedure matematiche, potrebbero beneficiare di interventi

riabilitativi supportati da tecnologie informatiche, con l'obiettivo di migliorare accuratezza e velocità. Altri studi esplorano la possibilità di interventi su funzioni cognitive correlate all'apprendimento matematico, in particolare la memoria di lavoro.

Complessivamente, con riferimento a tutte le tipologie di DSA, la durata del trattamento può variare da poche settimane a diversi mesi, e ci sono dati che supportano l'utilità di trattamenti ad alta intensità. Le sessioni di lavoro tendono a non superare i 30-45 minuti per attività di decodifica e scrittura, mentre per la comprensione e l'aritmetica, soprattutto in contesti scolastici di gruppo, possono essere più lunghe. È cruciale che i programmi includano istruzioni supportive, utilizzando tecniche come il *modelling*, *scaffolding*, strategie di lettura (Meyer *et al.*, 2011; Xu *et al.*, 2019), nonché feedback immediato (Cullen *et al.*, 2014) e adattivo (O'Reilly *et al.*, 2004).

L'efficacia dell'intervento è valutata con misure standardizzate oggettive (es. cambiamenti nelle misure di decodifica), soggettive (es. percezione del miglioramento, percezione dell'auto-efficacia) e misure osservative (Johnson-Glenberg, 2005). L'efficacia viene spesso misurata con diversi strumenti per garantire una valutazione completa. Infine, gli studi suggeriscono che possono essere trattati sia aspetti generali delle abilità di lettura, scrittura e calcolo, sia elementi più specifici, insieme ai processi cognitivi sottostanti, come memoria e attenzione.

## Bibliografia

*L'asterisco indica gli studi inclusi nella revisione sistematica della letteratura.*

APA (American Psychiatric Association). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th ed.* Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2013.

APA (American Psychiatric Association). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th ed., Text Revision.* Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2022.

\*Beers SF, Berninger V, Mickail T, Abbott R. Online writing processes in translating cognition into language and transcribing written language by stylus and keyboard in upper elementary and middle school students with persisting dysgraphia or dyslexia. *Learning Disabilities* 2018;23(2):10-18666.

\*Cancer A, Sarti D, De Salvatore M, Granocchio E, Chieffo DPR, Antonietti A. Dyslexia telerehabilitation during the COVID-19 pandemic: results of a rhythm-based intervention for reading. *Children* 2021;8:1011.

\*Capodieci A, Cornoldi C, Doerr E, Bertolo L, Carretti B. The use of new technologies for improving reading comprehension. *Frontiers in Psychology* 2020;11:751.

\*Capodieci A, Romano M, Castro E, Di Lieto MC, Bonetti S, Spoglianti S, Pecini, C. Executive functions and rapid automatized naming: a new tele-rehabilitation approach in children with language and learning disorders. *Children* 2022;9(6):822.

\*Capodieci A, Graziani D, Scali V, Giaccherini S, Luccherino L, Pecini C. Telerehabilitation pathways in specific learning disorders: improving reading and writing. *Brain Sciences* 2023;13(3):479.

Chatzivasilieiou P, Drigas A. ICTs for the cognitive and metacognitive abilities of the students with specific learning disorder in mathematics. *Technium Social Sciences Journal* 2022;31(1):256-279.

Cullen JM, Alber-Morgan SR, Schnell ST, Wheaton JE. Improving reading skills of students with disabilities using headsprout comprehension. *Remedial and Special Education* 2014;35:356-365.

Drigas A, Pappas M, Lytras M. Emerging technologies for ICT based education for dyscalculia: Implications for computer engineering education. *International Journal of Engineering Education* 2016;32(4):1604-10.

\*Eroğlu G, Teber S, Ertürk K, Kırmızı M, Ekici B, Arman F, Balçisoy S, Özcan YZ, Çetin M. A mobile app that uses neurofeedback and multi-sensory learning methods improves reading abilities in dyslexia:

- A pilot study. *Appl Neuropsychol Child*. 2022 Jul-Sep;11(3):518-28. doi: 10.1080/21622965.2021.1908897.
- Furlong L, Serry T, Bridgman K, Erickson S. An evidence-based synthesis of instructional reading and spelling procedures using telepractice: A rapid review in the context of COVID-19. *International Journal of Language & Communication Disorders* 2021;56(3):456–472.
- \*Gong T, Zhang M, Li, C. Association of keyboarding fluency and writing performance in online-delivered assessment. *Assessing Writing* 2022;51:100575.
- \*Higgins EL, Raskind MH. Speech recognition-based and automaticity programs to help students with severe reading and spelling problems. *Annals of Dyslexia* 2004;54(2):365–388.
- Italia. Legge 8 ottobre 2010, n. 170. Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* n. 244 del 18 ottobre 2010
- Johnson-Glenberg MC. Web-based training of metacognitive strategies for text comprehension: Focus on poor comprehenders. *Reading and Writing* 2005;18(7):755-786.
- Kim A-H, Vaughn S, Klingner JK, Woodruff AL, Klein Reutebuch C, Kouzekanani K. Improving the reading comprehension of middle school students with disabilities through computer-assisted collaborative strategic reading. *Remedial and Special Education* 2006;27(4):235–249.
- \*Kohnen S, Banales E, McArthur G. Videoconferencing interventions for children with reading and spelling difficulties: A pilot study. *Telemedicine and e-Health* 2021;27(5):537-543.
- Leong CK. Cognitive componential modelling of reading in ten-to twelve-year-old readers. *Reading and Writing* 1992;4:327-364.
- \*Lorusso ML, Borasio F, Molteni M. Remote neuropsychological intervention for developmental dyslexia with the Tachidino platform: no reduction in effectiveness for older nor for more severely impaired children. *Children* 2022;9:71.
- Lorusso ML, Borasio F. Sfide e prospettive nell'uso di nuove tecnologie nell'intervento per la dislessia evolutiva: riscontri da uno studio Delphi. *Psicologia Clinica dello Sviluppo* 2024;28:9-28.
- \*Lorusso ML, Borasio F, Mistò P, Salandi A, Travellini S, Lotito M, Molteni M. Remote treatment of developmental dyslexia: how ADHD comorbidity, clinical history and treatment repetition may affect its efficacy. *Frontiers in Public Health* 2024(a);11:1135465.
- \*Lorusso ML, Borasio F, Molteni M. The challenge of remote treatment in neuropsychological intervention for reading and spelling in dyslexia: A prospective observational cohort study. *Dyslexia* 2024(b);30(1):e1758.
- Meyer BJ, Wijekumar KK, Lin, YC. Individualizing a webbased structure strategy intervention for fifth graders' comprehension of nonfiction. *Journal of Educational Psychology* 2011;103:140-68.
- Micheletta S. La dislessia: tecnologie efficaci per il recupero delle abilità di letto-scrittura. *Italian Journal of Special Education for Inclusion* 2015;3(2):41–54.
- Moll K, Landerl K, Snowling MJ, Schulte-Körne G. Understanding comorbidity of learning disorders: Task-dependent estimates of prevalence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2019;60(3):286-94.
- Niedo J, Lee YL, Breznitz Z, Berninger, VW. Computerized silent reading rate and strategy instruction for fourth graders at risk in silent reading rate. *Learning Disability Quarterly* 2014;37(2):100-10.
- O'Reilly T, Sinclair G, McNamara DS. iStart: A Web-Based reading strategy intervention that improves students's science comprehension. In: *Proceedings if the IADIS, International Conference Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA)*; Lisbon, Portugal 15-17 December 2004. p. 173-80.
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews* 2016;5:210.

- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal* 2021;372:71.
- \*Pecini C, Spoglianti S, Michetti S, Bonetti S, Di Lieto MC, Gasperini F, Cristofani P, Bozza M, Brizzolara D, Casalini C, Mazzotti S, Salvadorini R, Bargagna S, Chilosi AM. Telerehabilitation in developmental dyslexia: methods of implementation and expected results. *Minerva Pediatr.* 2018 Dec;70(6):529-38. doi: 10.23736/S0026-4946.16.04426-1.
- \*Pecini C, Spoglianti S, Bonetti S, Di Lieto MC, Guaran F, Martinelli A, Gasperini F, Cristofani P, Casalini C, Mazzotti S, Salvadorini R, Bargagna S, Palladino P, Cismondo D, Verga A, Zorzi C, Brizzolara D, Vio C, Chilosi AM. Training RAN or reading? A telerehabilitation study on developmental dyslexia. *Dyslexia.* 2019 Aug;25(3):318-31. doi: 10.1002/dys.1619.
- Potocki A, Ecalte J., Magnan, A. Effects of computer-assisted comprehension training in less skilled comprehenders in second grade: A one-year follow-up study. *Computers & Education* 2013;63:131–40.
- Potocki A, Ecalte J, Magnan, A. Computerized comprehension training for whom and under which conditions is it efficient? *Journal of Computer Assisted Learning* 2015;31(2):162-175.
- Progetto LG-DSA-2018, *Linea Guida per la gestione dei Disturbi Specifici di Apprendimento. Aggiornamento e integrazioni.* Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2022. [https://www.iss.it/documents/20126/8331678/LG-389-AIP\\_DSA.pdf/a288d319-fb01-bb17-9be1-d1cbd6a50e19?version=1.0&t=16774955133592](https://www.iss.it/documents/20126/8331678/LG-389-AIP_DSA.pdf/a288d319-fb01-bb17-9be1-d1cbd6a50e19?version=1.0&t=16774955133592) (ultimo accesso luglio 2025).
- \*Ruffini C, Tarchi C, Pecini C. Which executive functions affect text comprehension and writing in paper and digital mode? An investigation in primary school children. *Computers & Education* 2023;207:104936
- Schiavo G, Mana N, Mich O, Arici M. *Tecnologie digitali e DSA.* Rovereto: IPRASE - Istituto Provinciale per la Ricerca e la Sperimentazione Educativa-Editore Provincia autonoma di Trento; 2020.
- \*Tressoldi PE, Brembati F, Donini R, Iozzino R, Vio C. Treatment of dyslexia in a regular orthography: efficacy and efficiency (Cost-effectiveness) comparison between home vs. clinic-based treatments. *Europe's Journal of Psychology* 2012;8(3):375-390.
- \*Tucci R, Principe G, Moroni D, Morosini P. Dal Suono Al Segno: trattamento della disortografia a fini diagnostici e riabilitativi. *Dislessia.* 2019;16(1):22-44.
- \*Tucci R, Savoia V, Bertolo L, Vio C, Tressoldi PE. Efficacy and efficiency outcomes of a training to ameliorate developmental dyslexia using the online software Reading Trainer®. *BPA-Applied Psychology Bulletin* 2015;63(273).
- \*Verwimp C, Vaessen A, Snellings P, Wiers RW, Tijms J. The COVID generation: Online dyslexia treatment equally effective as face-to-face treatment in a Dutch sample. *Annals of Dyslexia* 2024;74(2):187-196.
- Wijekumar KK, Meyer BJF, Lei P. High-fidelity implementation of web-based intelligent tutoring system improves fourth and fifth graders content area reading comprehension. *Computers & Education* 2013;68:366–379.
- Wijekumar KK, Meyer BJ, Lei P. Web-based text structure strategy instruction improves seventh graders' content area reading comprehension. *Journal of Educational Psychology* 2017;109:741–760.
- Xu Z, Wijekumar KK, Ramirez G, Hu X, Irey R. The effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' reading comprehension: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology* 2019;50:3119-3137.
- \*Zhang Y, Zhou X. Building knowledge structures by testing helps children with mathematical learning difficulty. *Journal of Learning Disabilities,* 2016;49(2):166-175.
- WHO. *International statistical classification of diseases and related health problems. 10th revision (ICD-10).* Geneva: World Health Organization; 1993.

# **DISTURBI NEUROEVOLUTIVI DEL MOVIMENTO E DEI TIC: EVIDENZE E PRATICHE DI TELERIABILITAZIONE IN ETÀ EVOLUTIVA**

Valentina Baglioni (a), Silvia Baldi (b), Michela Battisti (c), Barbara Caravale (d), Giulia Conte (a),  
Simona De Angelis (c), Maria Teresa Giannini (a), Roberta Penge (e), Stefania Zoia (f)

(a) *Dipartimento di Neuroscienze Umane, Sapienza Università di Roma - Azienda  
Ospedaliero-Universitaria Policlinico Umberto I, Roma*

(b) *ApprendiMENTI-Equipe DSA, Melograno Psicologia Clinica e Riabilitazione, Roma*

(c) *CRC-Centro Ricerca e Cura, Roma*

(d) *Dipartimento di Psicologia dei Processi di Sviluppo e Socializzazione, Sapienza Università di Roma*

(e) *Centro WeCare, Roma*

(f) *Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione, Università degli Studi di Padova,  
Padova*

## **Introduzione**

I disturbi del movimento rappresentano delle condizioni disfunzionali che limitano il controllo motorio e la qualità della coordinazione con diversi gradi di severità e dunque di impatto nella qualità della vita quotidiana. I principali segni comportamentali riguardano l'accuratezza e la velocità con cui i movimenti sono eseguiti, manifestando spesso difetti nell'integrazione di informazioni sensoriali sia percettivo-motorie, che visuo-motorie e visuo-spaziali. Tali deficit appaiono come conseguenti ad una atipica connettività del sistema nervoso centrale mentre mancano documentazioni rispetto a un evidente danno neurologico. L'espressione del disturbo può essere modulata dall'età del bambino/adolescente e dalle richieste ambientali, può investire la coordinazione in generale oppure essere limitata ad una specifica area motoria, quale, ad esempio, la motricità fine o ancor più selettivamente l'apprendimento delle componenti grafo-motorie della scrittura, evidenziando, in quest'ultimo caso, un disturbo noto come disgrafia.

L'intervento di teleriabilitazione nell'ambito delle difficoltà di movimento può essere particolarmente vantaggioso per le famiglie che hanno difficoltà a recarsi fisicamente presso un centro di riabilitazione, tuttavia, i disturbi motori sembrano richiedere una terapia più diretta (di persona) o necessitare di strumenti specifici che possono essere difficili da utilizzare a distanza.

Di seguito è fornito un breve inquadramento di ciascun disturbo, seguito dalla metodologia applicata e dalla valutazione della letteratura disponibile. Per il disturbo di sviluppo della coordinazione e disgrafia è stato necessario ampliare i criteri di inclusione al fine di perseguire l'obiettivo di determinare le potenzialità della teleriabilitazione per questi disturbi.

## **Disturbo dello sviluppo della coordinazione**

Il disturbo di sviluppo della coordinazione (*Developmental Coordination Disorder*, DCD), come descritto nel *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th edition Text Revision*, (DSM-5-TR) (APA, 2022) e nell'*International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems – Tenth Revision* (ICD-10) (WHO, 2019), si caratterizza come difficoltà a svolgere compiti motori in autonomia per la mancanza di coordinazione nei movimenti inclusi nell'agire quotidiano, come allacciarsi le scarpe, tagliare il cibo, vestirsi. Si tratta di un disturbo cronico che

coinvolge circa il 5-6% della popolazione in età pediatrica (Blank *et al.*, 2019). Le conseguenze del disturbo, pur modificandosi nel tempo, permangono potendo inficiare l'acquisizione di abilità fini e grosso motorie. Ad esempio, a scuola lo studente con DCD facilmente incontra difficoltà nell'apprendimento della scrittura e/o nella partecipazione alle attività fisiche nelle ore di educazione motoria e nella vita quotidiana può essere poco autonomo. In età adulta, il disturbo può inficiare l'apprendimento della guida impedendo il raggiungimento di un adeguato grado di competenza. Inoltre, il disturbo può portare con sé conseguenze secondarie quali maggiori livelli di ansia e bassa autostima, con una vita sociale e ricreativa limitata. I bambini con DCD di solito necessitano quindi di un trattamento riabilitativo le cui indicazioni dipendono dall'impatto che il disturbo ha sulle attività di vita quotidiana (cura di sé, rendimento scolastico, tempo libero, gioco e altre attività fisiche quotidiane).

Le recenti linee guida della *European Academy of Childhood Disability* (EACD) (Blank *et al.*, 2019) indicano tre aree d'intervento in base alla terminologia della *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF, 2001):

- 1) interventi orientati alla funzione e alla struttura corporea, dove l'attività è progettata per migliorare le funzioni corporee considerate alla base del problema motorio funzionale;
- 2) interventi orientati all'attività, dove l'intervento ha l'obiettivo di migliorare la prestazione in una specifica attività/compito;
- 3) interventi orientati alla partecipazione, in cui l'intervento è progettato per migliorare la partecipazione ad una specifica attività in una situazione di vita quotidiana.

Anche l'intervento di teleriabilitazione dovrebbe avere, come obiettivo di efficacia, il miglioramento delle funzioni corporee considerate alla base del problema motorio funzionale, della prestazione in specifiche attività e della partecipazione ad attività motorie nella vita quotidiana dei bambini o persone con DCD.

## Disgrafia

Il termine disgrafia è utilizzato per descrivere una difficoltà importante nella realizzazione del tratto grafico di scrittura. Pone quindi un'attenzione esclusiva alle componenti motorie, visuo-motorie, visuo-spaziali e visuo-percettive che permettono, attraverso il gesto scrittorio, la realizzazione delle lettere. Non considera altri aspetti dell'apprendimento della scrittura, quali l'acquisizione delle regole ortografiche e della capacità di composizione del testo, sebbene sia forte la relazione tra questi diversi aspetti dell'apprendimento della lingua scritta. La scrittura disgrafica si caratterizza proprio per lettere realizzate con movimenti parziali, spazi irregolari tra lettere e parole e all'interno della parola stessa, ma anche per un profilo di velocità poco armonico e funzionale rispetto l'attività scrittorio. Questi aspetti interferiscono con l'acquisizione di altri processi annessi all'abilità di scrittura: quando le competenze grafo-motorie non sono adeguate è difficile dedicarsi ad attività impegnative come il dettato e la composizione. Questi, infatti, sono compiti che richiedono un impegno cognitivo, cioè un lavoro in *multitasking*, dove è bene che l'attenzione, seppur divisa, sia prevalentemente dedicata al recupero e applicazione delle regole ortografiche (es. il dettato) e/o all'organizzazione dei pensieri o, se richiesta, la produzione di un testo o riassunto (Graham *et al.*, 1998; Jones & Christensen, 1999).

Attualmente, la disgrafia viene ancora considerata all'interno dei disturbi del movimento e non dei disturbi dell'apprendimento di letto-scrittura, in quanto la letteratura scientifica si è concentrata sulla natura motoria e visuo-motoria del problema, come principali responsabili della difficoltà nella realizzazione grafica della scrittura a mano. Per questa ragione anche i manuali diagnostici la collocano preferibilmente all'interno del disturbo di sviluppo della coordinazione. Al di là della sua collocazione nosografica, nella carriera scolastica di uno studente, la presenza di una scrittura disgrafica, considerata l'influenza che la scrittura a mano può avere su altre competenze

accademiche, quali la lettura, la scrittura e la produzione del testo scritto, può determinare limitazioni importanti sia nella vita scolastica che personale del bambino. Per questo va attentamente considerato l'intervento ri/abilitativo che si presenta tutt'altro che semplice in quanto la disgrafia può manifestarsi con comportamenti motori differenti a seconda del bambino: un alunno scrive in modo leggibile ma impiega un tempo molto lungo e uno sforzo notevole; un altro produce testi quasi del tutto illeggibili, ma eseguiti senza fatica e in modo rapido; un altro bambino può scrivere lentamente, producendo testi difficilmente leggibili, mostrando poca resistenza verso l'attività e lamentando dolori alle dita, alla mano o all'avambraccio in corrispondenza dei muscoli attivati per lo sforzo motorio. La variabilità con cui la scrittura disgrafica si presenta rende quindi difficile un intervento di gruppo, cioè uguale per tutti. Infine, senza una ri/abilitazione specifica, la scrittura disgrafica non evolve positivamente ma si cronicizza nella sua disfunzionalità.

## Disordini da tic

I tic sono movimenti ed espressioni vocali involontari e ripetitivi, caratteristica distintiva di un gruppo di disturbi del neurosviluppo con esordio nell'infanzia, definiti collettivamente disturbi da tic – DSM-5 (APA, 2013), DSM-5-TR (APA, 2022) e ICD-10 (WHO, 2019) –, comprendenti:

- *sindrome di Tourette*: presenza di tic motori multipli concomitanti e, almeno un tic vocale, che si manifesta per più di 12 mesi, in soggetti <18 anni;
- *disturbo persistenti (cronici) da tic motori o vocali*: presenza di tic motori oppure vocali singoli o multipli per più di 12 mesi;
- *disturbo transitorio da tic*: presenza di tic motori e/o vocali singoli o multipli da meno di 1 anno.

La prevalenza dei disturbi da tic è stata stimata pari allo 0,3-1% (Robertson, 2015; Scharf, 2015), con prevalenza nel genere maschile con un rapporto di 3-4/1 (Robertson *et al.*, 2017).

Rispetto alla sindrome di Tourette, solo il 10-15% dei soggetti affetti presentano un fenotipo clinico caratterizzato dalla presenza isolata di tic, mentre la restante popolazione di soggetti manifesta comorbidità con disturbi del neurosviluppo, in particolare con disturbo da deficit di attenzione/iperattività, comportamenti ossessivo-compulsivi/disturbo ossessivo-compulsivo, disturbi dello spettro autistico, difficoltà di apprendimento o altre psicopatologie come disturbo della condotta, Disturbo Oppositivo Provocatorio (DOP), disturbi d'ansia e depressione (Rizzo *et al.*, 2017, Gulisano *et al.*, 2020). I tic e le comorbidità associate possono inficiare il funzionamento globale del bambino con ripercussioni sulla qualità della vita esperita (Eddy *et al.*, 2011; Roessner *et al.*, 2021).

Recentemente, la *European Society for the Study of Tourette Syndrome* (ESSTS) ha emanato nuove linee guida per la terapia per il Disturbo da tic persistenti/sindrome di Tourette raccomandando come prima linea di intervento la psicoeducazione, come intervento iniziale, e la terapia cognitivo-comportamentale (*Cognitive Behavioral Therapy*, CBT), quando la sola psicoeducazione è insufficiente (Piacentini & Chang, 2006). Rispetto alla CBT nei disturbi da tic, gli approcci che sono stati sviluppati in particolare sono:

- HRT (*Habit Reversal Training*);
- CBIT (*Comprehensive Behavioral Intervention for Tics*, intervento comportamentale completo per i tic);
- ERP (*Exposure Response Prevention*, esposizione con prevenzione della risposta).

Nelle situazioni in cui tali prime linee di trattamento risultassero inefficaci, non disponibili, non adatte all'età, un approccio farmacologico può essere preso in considerazione, in maniera combinata con gli interventi comportamentali o da solo (Andrén *et al.*, 2022). Inoltre, l'utilizzo di possibili altre strategie terapeutiche, come nell'elettrostimolazione del nervo mediano (*Median Nerve Stimulation*, MNS), rappresentano ulteriori frontiere esplorabili di trattamento per le quali

soprattutto in età pediatrica i dati disponibili sono altamente esigui, nonostante la non invasività del trattamento e l'incoraggiante risposta terapeutica.

## Materiali e metodi

### Strategia di ricerca degli studi

La strategia di ricerca è stata sviluppata utilizzando i termini MeSH (*Medical Subject Headings*) e adattata per MEDLINE (PubMed) ed Embase e lanciata il 17 aprile 2024. Non sono stati applicati limiti temporali o di lingua. La strategia di ricerca utilizzata per PubMed ha compreso i seguenti termini:

(Agraphia[MeSH] OR Dysgraphia OR Writing[MeSH] OR "Motor Skills Disorders"[MeSH] OR "Postural Balance"[MeSH] OR balance OR "Movement Disorders"[MeSH] OR Coordination OR "motor impairment\*" OR "specific developmental disorder of motor function" OR "motor competence" OR "motor disorder\*" OR "motor development" OR "motor proficiency" OR handwriting OR writing OR Apraxias[MeSH] OR dyspraxia OR "Manual Coordination"[MeSH] OR "manual dexterity" OR "Tic Disorders"[MeSH] OR tic OR "Tourette Syndrome"[MeSH]) AND (Child[MeSH] OR Adolescent[MeSH]) AND (Telerehabilitation[MeSH] OR Telemedicine[MeSH] OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR technology[MeSH] OR Videoconferencing[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR software[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR m-health OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR robotics[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR web-based OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR web-deliver\* OR "web conferenc\*" OR Skype\* OR iChat\*)

Per Embase ha compreso i seguenti termini:

(Agraphia/exp OR Dysgraphia OR Writing/exp OR 'Motor Skills Disorders'/exp OR 'Postural Balance'/exp OR balance OR 'Movement Disorders'/exp OR Coordination OR 'motor impairment\*' OR 'specific developmental disorder of motor function' OR 'motor competence' OR 'motor disorder\*' OR 'motor development' OR 'motor proficiency' OR handwriting OR writing OR Apraxias[MeSH] OR dyspraxia OR Manual Coordination"/exp OR 'manual dexterity' OR 'Tic Disorders'/exp OR tic OR 'Tourette Syndrome'/exp) AND (Child/exp OR Adolescent/exp) AND (Telerehabilitation/exp OR Telemedicine/exp OR telerehabilitat\* OR 'tele rehabilitation' OR Tele-rehabilitation OR 'tele health' OR telehealth OR 'remote consultation' OR Telepatholog\* OR 'Mobile Applications'/exp OR eHealth OR technology/exp OR Videoconferencing/exp OR videoconf\* OR 'augmented reality'/exp OR 'interactive multimedia' OR 'interactive software' OR 'digital media' OR software/exp OR 'interactive technolog\*' OR 'mHealth technolog\*' OR mHealth OR m-health OR 'mobile tech\*' OR 'Video Games'/exp OR 'real-time monitoring device' OR 'Virtual Reality'/exp OR robotics/exp OR Internet OR telephone OR 'mobile health' OR web-based OR 'online services' OR Online OR 'Remote Consultation\*' OR 'Patient portal\*' OR 'Computer-Assisted Instruction' OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR

Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR 'web portal\*' OR web-deliver\* OR 'web conferenc\*' OR Skype\* OR iChat\*)

## Processo di selezione degli studi

Dopo la ricerca bibliografica, tutte le citazioni identificate sono state caricate nell'applicazione web di revisione sistematica Rayyan messa a punto dal Qatar Computing Research Institute (QCRI) (Ouzzani *et al.*, 2016) e i duplicati sono stati rimossi. I titoli e gli abstract di 1931 studi sono stati vagliati da due o più revisori indipendenti e, a seguito della rimozione di 33 duplicati, sono stati esclusi 1805 studi. Il testo completo di 93 studi (per 15 studi non è stato possibile reperire il testo completo, anche dopo aver contattato gli autori e autrici dei lavori) è stato valutato rispetto ai criteri di inclusione ed esclusione da due o più revisori indipendenti. Di questi 78 studi valutati per testo completo, 75 studi sono stati esclusi. In particolare: 15 studi sono stati esclusi perché non valutavano la telerabilitazione come intervento (*wrong intervention*), 34 studi poiché case report, commenti, editoriali, evidenze qualitative o revisioni sistematiche (*wrong publication type*), 20 studi poiché non includevano bambini e adolescenti con diagnosi di disturbi del movimento (*wrong population*), 2 studi in quanto scritti in lingua diversa dall'inglese (*foreign language*) e 4 studi poiché non riportavano misure di efficacia (*wrong outcome*). Il processo di selezione degli studi è descritto in Figura 1 (Page *et al.*, 2021).

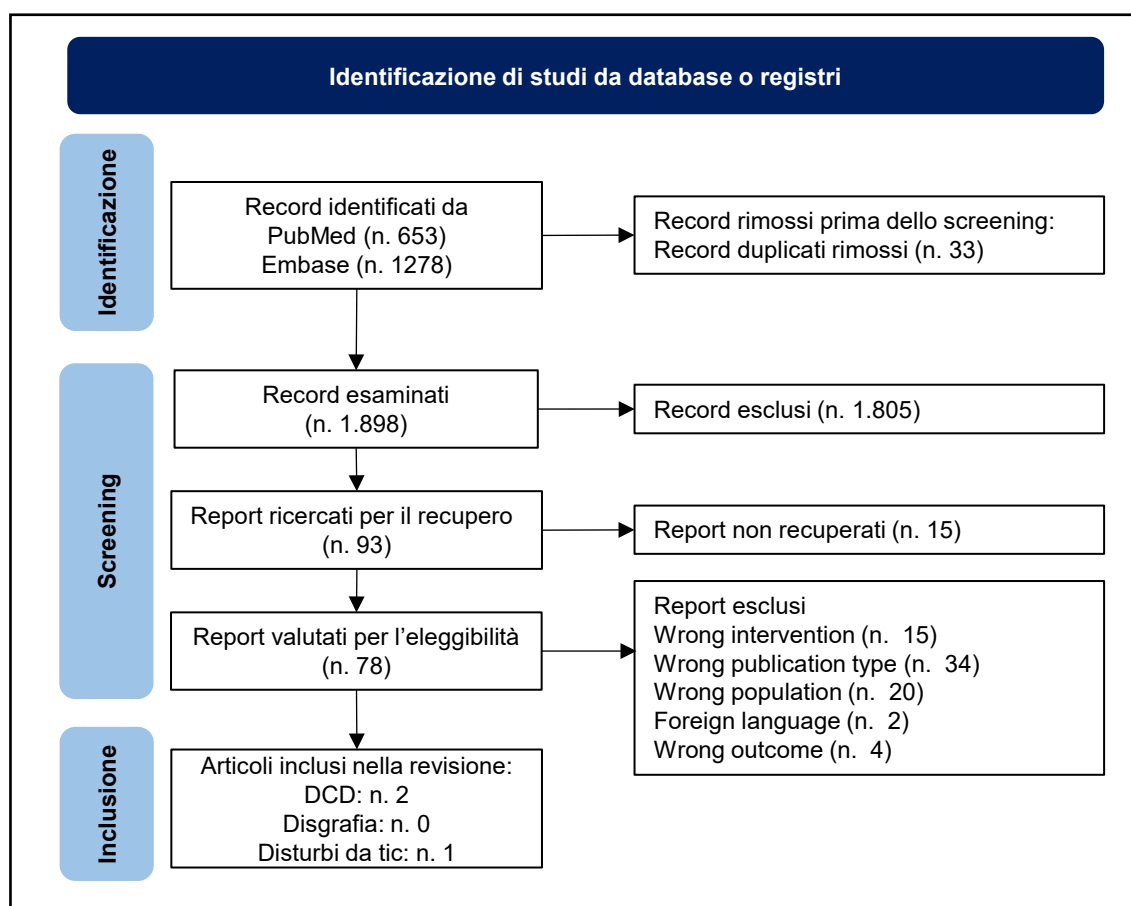


Figura 1. Disturbi neuroevolutivi del movimento e dei tic: flowchart del processo di selezione degli studi, dalla creazione dei database ad aprile 2024

In sintesi, sono risultati inclusi per il gruppo DCD due lavori reperiti tramite ricerca sistematica (Camden *et al.*, 2016; Miyahara *et al.*, 2009); per il gruppo Disgrafia nessuno studio è stato reperito dalla ricerca sistematica, mentre uno studio è stato incluso tramite *hand search* (Criss, 2013); infine per il gruppo disturbi da tic è stato reperito tramite ricerca sistematica uno studio (Hollis *et al.*, 2023) e tramite *hand search* sono stati reperiti 4 studi (Andrén *et al.*, 2019; Hollis *et al.*, 2021; Rachamim *et al.*, 2022; Ricketts *et al.*, 2016).

## Risultati

### Disturbo di sviluppo della coordinazione

Lo studio di Camden *et al.* (2016) indaga l'efficacia di un modulo online per genitori di bambini con DCD, frutto di un adattamento francese del modulo sviluppato da *CanChild*. Il modulo, della durata di circa due ore, aveva lo scopo di aumentare la conoscenza e le competenze percepite dai genitori riguardo il DCD e indurre cambiamenti comportamentali nella gestione dei bambini. Il programma comprendeva informazioni circa le caratteristiche del DCD, come questo si esprime a scuola, a casa e nel gioco e infine strategie di gestione per bambini con DCD. Lo studio ha coinvolto 116 genitori, che hanno preso parte alle valutazioni pre-test, post-test e di follow-up a tre mesi dall'intervento. I risultati hanno mostrato un miglioramento significativo nelle conoscenze e nelle competenze dei genitori dopo aver completato il modulo. Inoltre, il 64% dei partecipanti ha manifestato l'intenzione di cambiare il proprio comportamento e il 50% ha applicato le strategie raccomandate.

Lo studio di Miyahara *et al.* (2009), ha indagato l'efficacia di un programma basato sul supporto delle famiglie, finalizzato a migliorare le capacità motorie dei bambini. Il programma includeva strumenti come un manuale, DVD e supporto telefonico settimanale con un operatore, oltre a un blog per favorire la condivisione tra le famiglie. Lo studio ha coinvolto 11 bambini con le rispettive famiglie; Tre dei sette bambini partecipanti hanno superato il cutoff diagnostico del DCD nella valutazione post-intervento con il *Movement Assessment Battery for Children, Version 2* (MABC-2), oltrepassando il 15° percentile e mostrando un miglioramento nelle abilità motorie, come allacciarsi le scarpe o andare in bicicletta. Tuttavia, l'adesione al programma e l'interazione tramite il blog sono state inferiori alle aspettative, e i risultati sono stati variabili tra i partecipanti.

### Disgrafia

Lo studio di Criss (2013) ha esaminato l'uso della teleriabilitazione nelle scuole per migliorare le abilità motorie fini e visuo-motorie di bambini con difficoltà di scrittura. I partecipanti, di età compresa tra 6 e 11 anni, hanno completato una valutazione virtuale e sei sessioni di intervento di 30 minuti, utilizzando il Print Tool™. Questo strumento online permette di valutare le competenze di scrittura, valutandone diversi aspetti, tra cui memoria, orientamento, posizionamento, dimensione, inizio, sequenza e controllo.

Le sessioni riabilitative invece venivano programmate online tramite webcam e includevano una serie di attività interattive, personalizzate e centrate sul bambino. Per migliorare le abilità di scrittura a mano, è stata utilizzata una combinazione di approcci biomeccanici, cinestetici e multisensoriali.

Inoltre, prendevano parte alle sessioni riabilitative anche gli adulti che assistevano i bambini nel processo di apprendimento, a cui venivano date alcune indicazioni pratiche per sostenerli. I

risultati hanno indicato che i bambini hanno mostrato miglioramenti nelle abilità di scrittura, con un aumento medio del 6% nei punteggi del test. Oltre a valutare le performance di scrittura, è stata condotta un'analisi delle percezioni di tutti i partecipanti allo studio, rivelando un alto grado di soddisfazione per l'intervento condotto.

## Disturbi da tic

Gli studi di Hollis *et al.* (2021, 2023) hanno valutato l'efficacia del programma ERP erogato online, tramite la piattaforma "BIP", a 224 ragazzi con disturbo da tic da moderato a severo, di età compresa tra i 9 e 17 anni. 112 ragazzi sono stati assegnati casualmente al gruppo sperimentale online ERP e 112 al gruppo di controllo che effettuava psicoeducazione. I risultati indicano un miglioramento significativo nel gruppo sperimentale a 3 e 6 mesi (Hollis *et al.*, 2021), che è stato mantenuto anche ai follow-up dei 12 e 18 mesi (Hollis *et al.*, 2023).

Lo studio di Andrén *et al.* (2019) ha confrontato due terapie comportamentali, l'HRT e l'ERP, erogate online tramite una piattaforma online. Sono stati coinvolti 23 ragazzi tra gli 8 e i 16 anni, con sindrome di Tourette o disturbo da tic, che hanno preso parte, insieme ai loro genitori, ai programmi online, per 10 settimane, dopo essere stati divisi e assegnati casualmente ai due gruppi. Ogni trattamento era composto da dieci moduli contenenti testi, animazioni, film e vari esercizi adatti all'età. I genitori avevano accessi separati alla piattaforma online e potevano consultare versioni estese dei contenuti del trattamento. Tramite la valutazione post-intervento, con lo strumento *Yale Global Tic Severity Scale*, si è rilevato che entrambi gli interventi hanno portato a una riduzione dell'impatto legato ai tic, a una diminuzione della gravità dei tic riportata dai genitori e a un miglioramento della qualità della vita; tuttavia, miglioramenti significativi sono stati riportati solo per il gruppo ERP. Tali miglioramenti sono stati mantenuti fino a 12 mesi dopo l'intervento.

Lo studio di Rachamim *et al.* (2022) ha valutato l'efficacia della terapia comportamentale (CBIT) erogata online e guidata dai genitori, per ragazzi con disturbo da tic o con sindrome di Tourette. L'intervento, consistente in nove moduli, ha avuto la durata di nove settimane, con la possibilità di interagire con i terapeuti in caso di bisogno di supporto. Sono stati coinvolti 41 giovani, di età compresa tra 7 e 18 anni, che sono stati assegnati casualmente a ricevere ICBIT (n. 25) o a una condizione di lista d'attesa (n. 16). L'ICBIT è risultato fattibile da attuare e, al termine del trattamento, il 64% dei partecipanti ha mostrato un miglioramento significativo. In particolare, sono state osservate riduzioni significative nella gravità dei tic e un miglioramento nell'impairment globale. Tali miglioramenti sono stati mantenuti fino a sei mesi post-intervento. Infine, i partecipanti hanno valutato l'intervento come altamente accettabile e soddisfacente.

Lo studio di Ricketts *et al.* (2016) ha valutato anch'esso l'efficacia della terapia comportamentale CBIT erogata a distanza, in un gruppo di 22 giovani di età compresa tra gli 8 e i 16 anni con disturbo da tic. È stato utilizzato lo strumento Skype, che ha consentito l'erogazione del trattamento a distanza in tempo reale. Al termine del trattamento di 10 settimane, sono state riscontrate riduzioni significativamente maggiori nella gravità dei tic, sia valutata dal clinico, che riportata dai genitori nel gruppo *Comprehensive Behavioral Intervention for Tics - Voice over Internet Protocol* (CBIT-VoIP), rispetto al gruppo di lista d'attesa. Inoltre, la soddisfazione del trattamento e l'alleanza terapeutica sono state elevate.

## Discussione

### Disturbo di sviluppo della coordinazione

Per quanto riguarda il DCD, sono stati individuati due studi in cui l'intervento veniva erogato a distanza e coinvolgeva primariamente i genitori di bambini. In entrambi gli studi venivano proposti programmi di supporto e di ampliamento delle conoscenze per i genitori; i risultati indicano in un caso un miglioramento indiretto delle competenze motorie dei bambini (Miyahara *et al.*, 2009) e nell'altro un miglioramento nelle conoscenze e nella capacità di gestione dei genitori (Camden *et al.*, 2016). È riportato che i genitori di bambini con DCD sperimentino alti livelli di stress a causa delle difficoltà motorie e comportamentali dei figli (Jijon & Leonard, 2020) e che possano sentirsi smarriti anche a causa della difficoltà ad accedere ai servizi riabilitativi (Bourke *et al.*, 2023). In tal senso, la teleriabilitazione rivolta ai genitori di bambini/ragazzi con DCD rappresenta un'opportunità per fornire ai genitori maggiori conoscenze e renderli più consapevoli dei bisogni del bambino/ragazzo così da adattare maggiormente le richieste e l'ambiente del contesto quotidiano e facilitare l'attuazione di strategie per migliorare l'apprendimento. Inoltre, i genitori di bambini/e e ragazzi/e con DCD che prendono parte a programmi di teleriabilitazione riportano maggiori livelli di empowerment e maggior capacità di trovare soluzioni efficaci insieme ai propri figli, pur riportando che un approccio misto, ovvero di teleriabilitazione e di intervento in presenza, sarebbe l'ideale (Bourke *et al.*, 2023). Sebbene il trattamento con DCD in età evolutiva dovrebbe prevedere anche interventi diretti al soggetto - e non solo interventi diretti ai genitori - questa revisione non ha individuato studi relativi ad interventi in teleriabilitazione eseguiti direttamente con i bambini/ragazzi e in tal senso si è deciso di discutere anche studi sull'efficacia dell'uso di strumenti tecnologici potenzialmente utilizzabili nella riabilitazione a distanza come gli *Active VideoGames* (AVG) e la realtà virtuale (*Virtual Reality*, VR). Questi strumenti, infatti, direttamente utilizzabili dal bambino/ragazzo, per le loro caratteristiche intrinseche potrebbero essere utilizzati a distanza come strumenti di programmi teleriabilitativi.

Alcuni studi su AVG e VR hanno mostrato effetti positivi nei trattamenti per bambini con DCD. In particolare, lo studio di Hammond *et al.* (2014) ha esaminato l'uso della *Nintendo Wii Fit* in 18 bambini, divisi in due gruppi: uno utilizzava il *Wii Fit* per tre volte a settimana, mentre l'altro seguiva il programma scolastico abituale. Sono stati osservati miglioramenti nelle abilità motorie, nella percezione di sé e nel benessere emotivo, anche se i risultati non sono stati mantenuti a lungo termine. Lo studio di Ferguson *et al.* (2013) ha confrontato l'efficacia del *Neuromotor Task Training* (NTT) e del *Nintendo Wii Fit Training*, evidenziando miglioramenti significativi in entrambi i gruppi, ma maggiori nel gruppo NTT per quanto riguarda competenza motoria, fitness cardiorespiratoria e forza funzionale. Infine, Jelsma *et al.* (2016) hanno esplorato le modalità di apprendimento motorio in compiti di equilibrio dinamico, mostrando che entrambi i gruppi (bambini con DCD e sviluppo tipico) erano in grado di adattare i loro meccanismi di controllo del bilanciamento, sebbene utilizzassero strategie diverse. Le attività di gioco sono state principalmente implementate nel contesto scolastico (Hammond *et al.*, 2014; Ferguson *et al.*, 2013; Ju *et al.*, 2018; Smits-Engelsman *et al.*, 2015; Smits-Engelsman *et al.*, 2016; Bonney *et al.*, 2017a; Bonney *et al.*, 2017b; Bonney *et al.*, 2017c; Bonney *et al.*, 2018).

La durata e la frequenza degli interventi sono risultate variabili. Gli interventi scolastici hanno utilizzato la *Nintendo Wii Fit* e la *Wii Balance Board*, con sessioni di durata compresa tra 10 e 45 minuti, da una a tre volte a settimana, per un periodo di 2 a 6 settimane (Hammond *et al.*, 2014; Ferguson *et al.*, 2013; Bonney *et al.*, 2018; Bonney *et al.*, 2017a; Bonney *et al.*, 2017b; Bonney *et al.*, 2017c; Ju *et al.*, 2018). In alcune applicazioni, è stata utilizzata la *Nintendo Wii* per sessioni di 45 minuti, 3 volte a settimana per 4 settimane (Smits-Engelsman *et al.*, 2015, 2016).

In letteratura sono presenti diverse revisioni sistematiche (Schoemaker *et al.*, 2015; Hickman *et al.*, 2017; Smits-Engelsman *et al.*, 2018; Mentiplay *et al.*, 2019; Hocking *et al.*, 2019; Cavalcante Neto *et al.*, 2019) che hanno analizzato gli studi di efficacia di interventi specifici per soggetti con DCD pubblicati dal 2005 al 2020 tramite l'utilizzo di AVG, VR o altre piattaforme come *Computer game-based Telerehabilitation Platform* (GTP), *PlayStation2 EyeToy*, *Motion - Capture Timocco Program*, Sistema Riabilitativo di Realtà Virtuale (*Virtual Reality Rehabilitation System*, VRRS) e pedana stabilometrica (su *balance board*), *Wii Fit Nintendo*, *PlayStation3 with Move and Eye input devices* e *Xbox360 with Kinect input*. Queste revisioni considerano in buona parte gli stessi studi e giungono a conclusioni molto simili. Pochi lavori confrontano l'efficacia dell'intervento mediante AVG con quella di interventi in presenza, paragonabili per intensità, durata e focus. La diversa frequenza e durata degli interventi, delle attività proposte, nonché degli esiti misurati conduce gli autori e autrici delle diverse revisioni a consigliare concordemente l'uso degli AVG come componente aggiuntivo all'intervento in presenza e alla necessità di mirare la scelta della AVG in relazione ad uno specifico obiettivo riabilitativo. Gli stessi autori e autrici, tuttavia, suggeriscono che l'uso degli AVG abbia numerosi vantaggi, come prevenire la monotonia e la noia, aumentare la motivazione, fornire un riscontro diretto e consentire l'apprendimento in condizione complessa di "doppio compito". Di contro, sebbene gli AVG mirino a far esercitare i bambini attraverso attività legate allo sport, possono aumentare il tempo trascorso in casa davanti agli schermi in generale, rendendoli più sedentari.

Un solo studio (Bonney *et al.*, 2017) ha analizzato il grado di 'partecipazione' negli interventi con videogiochi. Sebbene siano stati evidenziati miglioramenti nei due questionari utilizzati per misurare il grado di partecipazione, non è stato osservato un incremento significativo dell'attività fisica né una riduzione significativa del tempo di sedentarietà tra la fase di intervento e quella di non intervento. Tuttavia, nonostante i recenti sviluppi tecnologici promuovano il movimento attraverso videogiochi "attivi", giocare ai videogiochi è un'attività indoor e, pertanto, potrebbe limitare il gioco nel contesto all'aperto. È stata inoltre identificata una rassegna sistematica (Lino *et al.*, 2021) sull'efficacia degli interventi di AVG, *Non Active VG* e *Serious Video Games* nella manipolazione delle immagini mentali del movimento, i cui risultati sono descritti di seguito. Ebrahimi Sani *et al.* (2020) prendono in considerazione la *Motor Imagery* come meccanismo sottostante le difficoltà motorie dei soggetti con DCD. Utilizzando una selezione di attività alla *Xbox 360 Kinect*, mostrano come un gruppo di 20 bambine con DCD tra i 7 e i 10 anni, dopo un intervento di 16 sedute di 30 minuti ciascuna nel corso di otto settimane, presenti un miglioramento nelle misure relative alla *Mental Imagery* (*hand rotation task*) e nella programmazione motoria (*sword task*), superiore rispetto al non trattamento sia al post test che a due mesi di distanza dal termine dell'intervento. Avila-Pesantez *et al.* (2018) confrontano l'efficacia di un *Serious Video Game* (SVG) appositamente progettato per sostenere le prassie manuali (Athynos) con quella di un'attività di puzzle in 40 bambini di età media di 7,3 anni, trovando una differenza significativa a favore del SVG. Gli autori e autrici sottolineano che, sebbene i singoli studi evidenzino un miglioramento significativo delle competenze esplorate, le differenze metodologiche e degli strumenti utilizzati non rendano possibile una interpretazione conclusiva.

Ulteriori studi hanno indagato l'efficacia dell'uso degli AVG nei bambini con DCD. Smith-Engelsman *et al.* (2015) presentano uno studio sull'efficacia di un gioco (*Slalom Ski*) della *Wii Fit* (20 minuti al giorno/due volte a settimana per 5 settimane) confrontando bambini in età scolare con e senza DCD. Entrambi i gruppi migliorano le loro abilità di equilibrio in quell'arco temporale, utilizzando strategie simili di apprendimento. Più recentemente, Smits-Engelsman *et al.* (2023) hanno testato l'efficacia di due tipologie di AVG della Nintendo Wii (*Ball games* e *Agility games*), associati a un *training* con giochi simili nel mondo reale, su un gruppo di bambini di scuola primaria (50 tra i quali 16 bambini con DCD) allo scopo di verificare anche la possibilità

di trasferire le abilità acquisite attraverso la realtà virtuale nel contesto naturale. Gli autori e autrici riscontrano miglioramenti in tutti i partecipanti – sia nel gruppo di bambini con DCD che nel gruppo controllo – nelle diverse aree motorie valutate, anche non direttamente associate al *training* virtuale. Cavalcante Neto *et al.* (2020) riportano i risultati di un confronto dell'efficacia di attività focalizzate su compiti specifici in bambini con diagnosi di DCD, proposte attraverso la Wii o attraverso l'uso di giochi reali (es. arco di plastica, palline da bowling, frisbee). Gli esercizi erano incentrati su due aree quali le abilità degli arti superiori e l'equilibrio. Gli autori e autrici non riscontrano, dopo 16 sessioni di un'ora in 8 settimane, un vantaggio nell'uso degli AVG rispetto agli altri giochi se non in modo lieve sulle abilità di destrezza manuale e concludono che l'uso esclusivo degli AVG nella riabilitazione non sembra efficace. Jelsma *et al.* (2023) suggeriscono che gli AVG (*Wii* e *Xbox*) per un periodo di 5 settimane di *training* in bambini di 7-12 anni possono migliorare le abilità attentive sia in bambini con DCD che nei controlli a sviluppo tipico. In un precedente studio, Jelsma *et al.* (2020) avevano analizzato le modifiche negli aggiustamenti motori durante l'uso di *Wii Fit Ski slalom activity* in un gruppo di 43 bambini con DCD e di 15 bambini a sviluppo tipico tra i 6 e gli 11 anni. I bambini a sviluppo tipico avevano mostrato una capacità di adattare- migliorare spontaneamente le loro strategie di controllo motorio anche senza un *training* mirato, mentre i soggetti con DCD avevano usufruito di un *training* con *Wii Fit* (con giochi di equilibrio diversi dallo ski slalom) per 6 settimane con sessioni di 30 minuti per 3 volte a settimana. Al post test la maggior parte dei soggetti aveva mostrato di utilizzare una strategia motoria migliore nel *Wii Fit Ski slalom test*. Parzialmente contrari sono i risultati ottenuti da Smits-Engelsman *et al.* (2020) che hanno esaminato le modifiche indotte da un *training* di 10 settimane con sedute di 30 minuti due volte a settimana condotto utilizzando la *Wii Fit Ski game* in un gruppo di bambini (6-12 anni) con DCD e in un gruppo di pari a sviluppo tipico. Il gruppo con DCD mostrava un miglioramento dell'abilità nel gioco virtuale nettamente inferiore al gruppo dei pari senza DCD, con una differenza di prestazioni che aumentava nel tempo; emergeva però al post test per il gruppo DCD un miglioramento nelle abilità di equilibrio al test *Movement Assessment Battery for Children* (MABC) rispetto alla baseline. Gli autori e autrici ipotizzavano che i soggetti con DCD – rispetto ai coetanei – apparissero meno sensibili all'apprendimento di nuove abilità attraverso la VR ma che fossero comunque in grado di esprimere gli apprendimenti nella vita reale. Le revisioni sistematiche e gli studi consultati suggeriscono, dunque, che le evidenze dell'efficacia di un intervento con AVG sulle competenze motorie di bambini con DCD siano ancora limitate. Gli studi, che hanno confrontato un intervento attraverso AVG con un intervento orientato al compito svolto con il terapista, indicano risultati di efficacia simili tra le tipologie d'intervento. Uno studio mostra risultati migliori ottenuti con l'intervento con il terapista (NTT) piuttosto che con AVG (Ferguson *et al.*, 2013). Nel complesso, benché gli studi siano ancora pochi e contrastanti, l'intervento AVG potrebbe fornire alcuni miglioramenti nella struttura corporea e nel dominio funzionale (es. miglioramenti della forza muscolare e nelle prestazioni anaerobiche).

Il dominio dell'attività/compito è stato quello più comunemente indagato. Alcuni studi hanno mostrato che l'intervento con i videogiochi migliora significativamente i risultati in prove standardizzate utilizzate per la valutazione delle competenze motorie. I risultati rilevati attraverso i questionari compilati dai bambini dopo l'intervento con AVG hanno mostrato che i bambini si percepivano come maggiormente competenti a livello motorio. In tutti gli studi si riportava che la maggior parte dei bambini si era divertita e aveva aderito con motivazione agli interventi con AVG. Sembrerebbe, dunque, che gli AVG possano essere utili per migliorare alcune abilità motorie specifiche nella popolazione infantile generale, al pari di attività di gioco 'reale'. Gli AVG devono comunque possedere specifiche caratteristiche tecniche e una sufficiente attrattiva per i bambini perché siano utilizzati per tempi e modalità adeguati anche senza supervisione. Mancano comunque studi sperimentali di efficacia a lungo termine.

In sintesi, le ricerche che hanno analizzato l'utilizzo di interventi di AVG e VR riportano risultati positivi limitati a singoli aspetti delle difficoltà motorie dei bambini rendendo necessari ulteriori approfondimenti attraverso studi rigorosi che mettano a confronto diversi tipi di intervento, con e senza AVG/VR. L'aspetto positivo che emerge concordemente in tutti gli studi analizzati è legato alla compliance e alla motivazione a svolgere l'intervento con AVG/VR. La letteratura sull'uso di questi strumenti nei soggetti con DCD mostra risultati promettenti anche in termini di fattibilità, ma la questione del trasferimento alle prestazioni e alla partecipazione quotidiane è una domanda senza ancora una risposta. Allo stato attuale di conoscenze, vale la pena, quindi, prendere in considerazione l'insieme degli AVG e VR come uno strumento da adottare in integrazione e non in completa sostituzione a un intervento di terapia in presenza. Una differenza importante tra AVG e terapia psicomotoria o occupazionale in presenza, infatti, è che i bambini, pur non fornendo alcuna istruzione formale, apprendono durante il gioco in modo implicito. Infine, va ricordato che sebbene sia necessaria una supervisione, il tempo richiesto a un professionista è relativamente limitato.

Sono state riscontrate diverse limitazioni nella ricerca di letteratura. Il numero di lavori che verificano l'efficacia di interventi di teleriabilitazione in pazienti con DCD è esiguo. Inoltre, gli studi selezionati si propongono di verificare il possibile uso riabilitativo di strumenti nati per altro scopo, non ci sono studi che valutino l'efficacia di strumenti costruiti in modo mirato per il DCD.

Le attività oggetto degli studi sono disomogenee per strumenti utilizzati (AVG, VR, Wii), misure di *outcome* considerate (motricità globale, motricità fine, arti superiori o inferiori, ICF, giudizio dell'utente, etc.) e strumenti (MABC e *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency*, BOT, sono i più utilizzati). Le proposte di intervento variano, inoltre, per *setting* (casa, scuola), per frequenza, intensità e durata delle sedute.

## Disgrafia

La ricerca di letteratura sull'efficacia della teleriabilitazione per bambini con disgrafia ha portato all'inclusione di un solo studio (Criss, 2013), i cui risultati supportano l'ipotesi che un trattamento per la disgrafia possa essere personalizzato ed erogato tramite incontri online.

Vengono discussi di seguito degli studi di caso e degli studi sull'uso di strumenti informatici, potenzialmente utilizzabili in contesti teleriabilitativi. Donica *et al.* (2023) hanno condotto uno studio in cui è stato utilizzato il metodo *Handwriting Without Tears* (HWT) su 5 bambini tra i 7 e i 12 anni. Lo studio si è posto l'obiettivo di verificare il parere dei terapisti e dei genitori relativamente al trattamento svolto; pertanto, non contribuisce chiaramente a fornire dati specifici rispetto alle attività proposte ai bambini. Il programma ha previsto otto sessioni settimanali utilizzando due diverse piattaforme: Microsoft Teams (prime quattro sessioni) e Cisco WebEx (ultime quattro sessioni). Ogni settimana, i bambini erano impegnati in un'attività di gruppo di 20 minuti, gestita da studenti di terapia occupazionale (*Occupational Therapy*, OT) e di logopedia (*Speech-Language Pathologist*, SLP). Dopo l'attività di gruppo, i bambini erano inseriti in gruppi di lavoro virtuali sempre con la supervisione di studenti OT e SLP per 20 minuti. Il metodo HWT è descritto con video tutorial sia per la lingua inglese che spagnola, consultabile al sito: <https://www.lwtears.com/solutions/writing/handwriting-without-tears>.

Bray e Skubik-Peplaski (2022) presentano un intervento realizzato con una bambina di 7 anni frequentante la prima elementare. Si tratta quindi di un singolo caso il cui intervento aveva l'obiettivo di valutare l'efficacia della teleriabilitazione nelle difficoltà di apprendimento delle componenti grafo-motorie e ortografiche della scrittura. Il progetto pre-test/post-test prevedeva la misurazione della qualità e velocità della scrittura a mano valutando il codice stampato e la scrittura dell'alfabeto mentre per l'ortografia è stato utilizzato il *Test Written Spelling-5* e il *Primary Spelling Inventory*. La bambina aveva completato 18 incontri sincroni in sei settimane.

Il primo e ultimo sono stati dedicati alla valutazione mentre le 16 sessioni di intervento online sono state basate sul metodo HWT. La fattibilità dell'intervento di telemedicina è stata confermata con i minimi aggiustamenti necessari per tradurre il programma HWT in telemedicina. Alla fine dello studio viene riportato un aumento della rapidità di scrittura e un miglioramento della qualità di scrittura non dell'ortografia.

Bray (2022) descrive un'esperienza che ha coinvolto 12 ragazzi (età media 8 anni) con difficoltà nelle componenti grafo-motorie della scrittura o anche negli aspetti di acquisizione delle regole ortografiche. La metodologia utilizzata prevedeva sette incontri sincroni (di teleriabilitazione pura) della durata di 30 minuti a cadenza settimanale e due incontri asincroni settimanali della durata di 10 minuti, per un totale di 21 incontri. Il materiale utilizzato negli incontri si basava sul metodo HWT e utilizzava la piattaforma Zoom. I risultati dello studio hanno evidenziato un netto miglioramento nella velocità di scrittura ma non nella leggibilità. Nell'analisi della criticità sono stati evidenziati due aspetti: la difficoltà nella costanza soprattutto relativa agli incontri asincroni e aver proposto le stesse attività a bambini con profili di funzionamento eterogenei.

Accanto ai tre studi citati, è opportuno considerare la necessità di identificare strumenti digitali costruiti sulle esigenze individuali di cui è stato possibile rintracciare al momento un unico studio promettente ai fini di implementare l'uso della teleriabilitazione anche nell'ambito della disgrafia. Gargot *et al.* (2021), documentano la messa a punto di una metodologia di intervento che combina diversi strumenti tecnologici: una tavoletta Wacom, un Nao-robot, una fotocamera 2D per valutare la postura, metriche specifiche per valutare la scrittura e una piattaforma di *serious games*, nel contesto di uno scenario di apprendimento che ha comunque la necessità della guida del terapeuta. Si tratta di un metodo di intervento all'interno dell'AVG costruito *ad hoc*. Il lavoro è stato proposto ad un bambino di 8 anni che, oltre ad una severa disgrafia, presentava anche disturbo dell'attenzione con iperattività, dislessia e disturbo di sviluppo della coordinazione. Il quadro evolutivo era ulteriormente complicato dall'atteggiamento di totale rifiuto rispetto a compiti di apprendimento della scrittura a mano mostrati dal bambino. Il bambino ha lavorato con i vari ausili tecnologici sempre affiancato dalla terapeuta che ha modulato la difficoltà delle attività e la loro varietà, così come il tempo necessario a svolgerle, affiancando il bambino per 30 sedute. L'aspetto più innovativo è stato quello di utilizzare il robot Nao affidando al bambino il compito di insegnare al robot a scrivere sempre meglio. L'impiego di Nao ha garantito un maggior coinvolgimento da parte del bambino e un aumento di autostima mentre nello specifico il miglioramento della scrittura ha seguito il consueto corso di apprendimento e automatizzazione della scrittura: in primis si è potuto registrare un miglioramento della qualità, poi della velocità ma sono state osservate anche modifiche nella postura.

Le conoscenze relative alla disgrafia suggeriscono l'opportunità di prevenire le difficoltà grafo-motorie (Abbott & Berninger, 1993). In tal senso il luogo di apprendimento prediletto è rappresentato dalla scuola; pertanto, è rilevante considerare di poter coinvolgere attivamente gli insegnanti nell'intervento di teleriabilitazione e nel recupero delle difficoltà di scrittura.

In questa direzione sono stati individuati altri studi che supportano l'impiego della teleriabilitazione per sostenere l'insegnamento a scuola dove l'operatore utilizzando strumenti tecnologici forma e supervisiona gli insegnanti nel presentare agli alunni l'apprendimento della scrittura a mano (Chang & Yu, 2014; Beers, 2018).

Per quanto riguarda la disgrafia, gli interventi descritti sono prevalentemente rivolti a minori; pertanto, risulta difficile ipotizzare trattamenti che non coinvolgano un genitore nell'assistenza all'uso dei dispositivi digitali e alla fruizione degli strumenti stessi.

L'esiguità degli studi trovati in letteratura è anche legata alla difficoltà di gestione per interventi rivolti a grandi gruppi. L'intervento nell'ambito della disgrafia richiede, infatti, un rapporto uno ad uno o rivolto a piccoli gruppi.

Le criticità riscontrate dall'analisi della letteratura disponibile appaiono riconducibili al fatto che, abilitare o riabilitare i movimenti della mano in un compito specie-specifico, come la scrittura, difficilmente può essere svolto in totale assenza del riabilitatore. La presenza online del terapeuta è necessaria per supervisionare il modo in cui il bambino muove la mano e realizza i gesti scrittori, così da poterlo guidare verso un apprendimento che vada a consolidare corretti schemi di movimento. Le osservazioni dirette sulla postura, l'impugnatura e la dinamica della scrittura in tempo reale sono indispensabili ai fini della pianificazione e della buona riuscita dell'intervento.

Alcuni aspetti del compito di scrittura a mano, infine, potrebbero condizionare la possibilità di lavorare a distanza: la valutazione della variazione nella resa formale della scrittura in base ai tipi di compiti di scrittura assegnati, la velocità, la durata, i formati, le rigature dei quaderni e gli strumenti usati.

## Disturbi da tic

I lavori presi in esame (Andrén *et al.*, 2019; Hollis *et al.*, 2021; Hollis *et al.*, 2023; Rachamim *et al.*, 2022; Ricketts *et al.*, 2016) sono incentrati sulla digitalizzazione e/o gestione a distanza di protocolli terapeutici comportamentali *evidence based* e raccomandati dalle linee guida (Andrén, 2022) per il trattamento dei disturbi da tic, ovvero lavori secondo i protocolli HRT, ERP e CBIT.

Nella tecnica HRT viene enfatizzato il ruolo terapeutico della formazione di risposte competitive/antagoniste rispetto ai tic: l'obiettivo è identificare un comportamento concorrente o di risposta che, quando eseguito volontariamente, evita che il tic si verifichi. La risposta alternativa è progettata per essere opposta, o incompatibile con il movimento di tic, mantenuta per un breve periodo di tempo, socialmente poco appariscente, compatibile con le normali attività in corso.

Nell'ERP vengono implementate tecniche di controllo cognitivo su di una situazione "attivante", che provoca la comparsa dei sintomi, alla quale il soggetto si trova o viene esposto. Il soggetto viene quindi allenato a prevenire la risposta sintomatica a tali situazioni, ossia ad interrompere i comportamenti messi in atto dopo il contatto con lo stimolo o la situazione, per un tempo maggiore di quello generalmente tollerato. Nel caso dei tic, le situazioni attivanti sono rappresentate dalle sensazioni premonitrici o da condizioni che generalmente innescano i tic (es. stanchezza fisica, scenari che generano ansia), rispetto alle quali il bambino viene allenato a tollerare la sgradevolezza (allarme-tic), con l'obiettivo finale di ridurre o estinguere l'urgenza a compiere i tic.

Infine, la CBIT è un trattamento non farmacologico per i tic di tipo integrato, incentrato essenzialmente su tre aspetti: 1) allenamento del soggetto a una maggiore consapevolezza dei tic e delle sensazioni premonitrici che li precedono; 2) allenamento del soggetto ad attuare atti motori alternativi ai tic quando avverte sensazioni premonitrici; 3) modifica delle attività quotidiane in modi potenzialmente utili ad attenuare i tic. La CBIT è una terapia altamente strutturata, somministrata su base settimanale da un terapeuta. In termini generali, il trattamento standard prevede otto sessioni distribuite nell'arco di dieci settimane, ma può essere aggiustato in base alle esigenze dell'interessato e dei suoi familiari.

In sintesi, i dati in letteratura riportano risultati positivi dell'attuazione di terapie cognitive comportamentali (HRT; ERP; CBIT) erogate dal terapeuta tramite piattaforme online (Andrén *et al.*, 2019; Hollis *et al.*, 2021; Hollis *et al.*, 2023; Rachamim *et al.*, 2022; Ricketts *et al.*, 2016).

Tuttavia, alcune limitazioni non consentono di giungere a conclusioni definitive; in particolare l'esiguità dei campioni descritti, per cui sono necessari ulteriori studi, randomizzati, su più ampia popolazione per consolidare i risultati di efficacia di tali tecniche di teleriabilitazione e valutarne le componenti di specificità. Inoltre, sarebbe opportuno esplorare anche la permanenza delle

competenze apprese tramite studi incentrati sul follow-up, come nello studio di Hollis *et al.* (2023), al fine di comprendere quanto gli interventi proposti inducano miglioramenti significativi stabili nel tempo.

## Conclusioni

L'analisi della letteratura sul DCD indica che gli interventi a distanza possono migliorare la conoscenza dei genitori sul disturbo e favorire miglioramenti indiretti nei bambini. Gli studi sugli interventi *indoor*/RV/AVG hanno riportato risultati positivi sebbene resti ancora incerta la capacità di generalizzare le competenze motorie in un contesto outdoor/ecologico. L'aspetto della partecipazione sociale nel caso dei bambini con DCD è fondamentale. Nel caso di interventi con AVG, non è ancora chiaro se il miglioramento osservato dopo l'intervento si traduca in un aumento della partecipazione ad attività sportive e di gioco quotidiano. Ci sono alcune prove che le competenze motorie, sviluppate nell'ambiente della realtà virtuale, si trasferiscono meglio nel mondo reale quando esiste una relazione di affinità tra i compiti allenati e i contesti del mondo reale (Bonney *et al.* 2017b). Tuttavia, sono necessari ulteriori dati per supportare questa ipotesi e per determinare il grado di specificità nell'apprendimento della competenza.

Appare importante, inoltre, monitorare la quantità di tempo che i bambini trascorrono con AVG e quali tipologie di giochi possono essere implementate, per evitare di aumentare la sedentarietà piuttosto che favorire la partecipazione e l'attività di gioco in contesti sociali.

La ricerca dei lavori di teleriabilitazione dedicati alla disgrafia ha portato all'individuazione di un numero esiguo di articoli. Pur non essendo oggetto di questa revisione, sono emersi numerosi lavori orientati all'*assessment* e agli strumenti di valutazione. Rispetto agli aspetti relativi alla riabilitazione, sono stati individuati solamente degli interventi pilota che descrivono possibili procedure di teleriabilitazione per il trattamento della disgrafia. Spunti interessanti arrivano sia da strumenti digitali costruiti sulle esigenze del beneficiario, sia dall'impiego della teleriabilitazione a sostegno dell'insegnamento a scuola mediato dall'operatore che, utilizzando strumenti tecnologici, forma e supervisiona gli insegnanti nel presentare agli alunni l'apprendimento della scrittura a mano.

Gli interventi teleriabilitativi per i disturbi da tic disponibili in letteratura riguardano quasi esclusivamente l'utilizzo in un *setting* digitalizzato di protocolli terapeutici *evidence-based* di comune uso nella pratica clinica. Tutti gli studi inclusi hanno enfatizzato la necessità di adattare i protocolli terapeutici di teleriabilitazione alle specifiche esigenze dell'età evolutiva, prevedendo modifiche e utilizzando strategie e strumenti adeguate all'età del bambino e della famiglia.

I lavori esaminati dimostrano che l'efficacia degli interventi somministrati a distanza nel ridurre la severità dei tic è paragonabile a quella degli interventi in presenza. Inoltre, un unico studio ha permesso di valutare l'efficacia a distanza di 12 e 18 mesi di un intervento ERP, tuttavia mostrando dimensioni dell'effetto lievi-moderate (Hollis *et al.*, 2023).

Tuttavia, è necessario che i risultati siano consolidati considerando che la maggior parte dei lavori esaminati sono limitati dalle dimensioni piuttosto esigue del campione dei partecipanti e dalla carenza di dati rispetto al mantenimento dell'efficacia nel tempo dei trattamenti proposti.

Infine, si è potuta apprezzare una carenza di studi interventistici in teleriabilitazione basati su nuove tecnologie digitali che sembra riflettere una più generale carenza di approcci terapeutici innovativi per il trattamento dei disturbi da tic.

In conclusione, è fondamentale sottolineare che, prima di proporre un trattamento a distanza per i disturbi del movimento in età evolutiva, è necessario valutare il profilo di funzionamento del bambino per determinarne l'eleggibilità al trattamento e la disponibilità all'uso di strumenti informatici, la motivazione all'intervento mirato alle difficoltà di movimento, la disponibilità e

familiarità con strumenti digitali, la disponibilità del genitore ad assistere il bambino durante il trattamento di teleriabilitazione e infine, la disponibilità alla frequenza e alla costanza del trattamento.

## Bibliografia

*L'asterisco indica gli studi inclusi nella revisione sistematica della letteratura.*

- Abbott RD, Berninger VW. Structural equation modeling of relationships among developmental skills and writing skills in primary- and intermediate-grade writers. *Journal of Educational Psychology*. 1993;85(3):478-508.
- APA (American Psychiatric Association). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. 5th ed. Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2013.
- APA (American Psychiatric Association). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. 5th ed., Text Revision. Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2022.
- \*Andrén P, Aspvall K, Fernández de la Cruz L, Wiktor P, Romano S, Andersson S, Murphy T, Isomura K, Serlachius E, Mataix-Cols D. Therapist-guided and parent-guided internet-delivered behaviour therapy for paediatric Tourette's disorder: a pilot randomised controlled trial with long-term follow-up. Randomized Controlled Trial. *BMJ Open* 2019;9(2):e024685.
- Andrén P, Jakubovski E, Murphy TL, Woitecki K, Tarnok Z, Zimmerman-Brenner S, van de Griendt J, Debes NM, Viefhaus P, Robinson S, Roessner V, Ganos C, Szejko N, Müller-Vahl KR, Cath D, Hartmann A, Verdellen C. European clinical guidelines for Tourette syndrome and other tic disorders-version 2.0. Part II: psychological interventions. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2022 Mar;31(3):403-423. doi: 10.1007/s00787-021-01845-z.
- Avila-Pesantez D, Vaca-Cardenas L, Rivera LA, Zuniga L, Avila LM. ATHYNOS: Helping Children with Dyspraxia Through an Augmented Reality Serious Game. In: *Proceedings of the 2018 International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*; 2018; Ambato, Ecuador. pp. 286–290.
- Beers SF, Berninger V, Mickail T, Abbott R. Online writing processes in translating cognition into language and transcribing written language by stylus and keyboard in upper elementary and middle school students with persisting dysgraphia or dyslexia. *Learning Disabilities Research & Practice*. 2018;23(2).
- Blank R, Barnett AL, Cairney J, Green D, Kirby A, Polatajko H, Rosenblum S, Smits-Engelsman B, Sugden D, Wilson P, Vinçon S. International clinical practice recommendations on the definition, diagnosis, assessment, intervention, and psychosocial aspects of developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2019;61:242-85.
- Bray LMP, Skubik-Peplaski C. Handwriting without Tears® via telehealth delivery: a case study of feasibility and effectiveness for handwriting and spelling outcomes. *Journal of Occupational Therapy, Schools & Early Intervention*. 2022:1-21.
- Bray LMP. *The effectiveness of handwriting intervention on handwriting and spelling outcomes delivered via telehealth* [dissertation]. Lexington, KY: University of Kentucky; 2022. Theses and Dissertations--Rehabilitation Sciences. Report No.: 90.
- Bonney E, Rameckers E, Ferguson G, Smits-Engelsman B. "Not just another Wii training": a graded Wii protocol to increase physical fitness in adolescent girls with probable developmental coordination disorder-a pilot study. *BMC Pediatrics*. 2018;18(1):78.
- Bonney E, Ferguson G, Smits-Engelsman B. The efficacy of two activity based interventions in adolescents with developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*. 2017a;71:223–36.
- Bonney E, Jelsma D, Ferguson G, Smits-Engelsman B. Variable training does not lead to better motor learning compared to repetitive training in children with and without DCD when exposed to active video games. *Research in Developmental Disabilities*. 2017b;62:124–36.

- Bonney E, Jelsma LD, Ferguson GD, Smits-Engelsman BCM. Learning better by repetition or variation? Is transfer at odds with task specific training? *PLoS One*. 2017c;12(3):e0174214.
- Bourke A, O'Connor U, Boyle B, Kennedy J, Lynch H. Bringing therapy home: Exploring parents' experiences of telehealth for children with developmental coordination disorder. *British Journal of Occupational Therapy*. 2023;86(10):714-722.
- \*Camden C, Foley V, Anaby D, Shikako-Thomas K, Gauthier-Boudreault C, Berbari J, Missiuna C. Using an evidence-based online module to improve parents' ability to support their child with Developmental Coordination Disorder. *Disability and Health Journal* 2016;9(3):406-15.
- Cavalcante Neto JL, de Oliveira CC, Greco AL, Zamunér AR, Moreira RC, Tudella E. Is virtual reality effective in improving the motor performance of children with developmental coordination disorder? A systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2019;55(2):291-300.
- Cavalcante Neto JL, Steenbergen B, Wilson P, Zamunér AR, Tudella E. Is Wii-based motor training better than task-specific matched training for children with developmental coordination disorder? A randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation* 2020;2(18):2611–2620.
- Chang SH, Yu NY. The effect of computer-assisted therapeutic practice for children with handwriting deficit: A comparison with the effect of the traditional sensorimotor approach. *Research in Developmental Disabilities*. 2014;35(7):1648-1657.
- \*Criss MJ. School-based telerehabilitation in occupational therapy: using telerehabilitation technologies to promote improvements in student performance. *International Journal of Telerehabilitation*. 2013;5(1):39-46.
- Donica DK, Turbeville L, Whaley T, Woodlief S. Perceptions of the delivery of group and individual writing telehealth interventions for students 7 to 12 years of age using two virtual platforms: a pilot study. *The Open Journal of Occupational Therapy*. 2023;11(2):1-11.
- Eddy CM, Rizzo R, Gulisano M, Agodi A, Barchitta M, Cali P, *et al*. Quality of life in young people with Tourette syndrome: a controlled study. *Journal of Neurology*. 2011;258:291–301.
- Ebrahimi Sani S, Sohrabi M, Taheri H, Agdasi MT, Amiri S. Effects of virtual reality training intervention on predictive motor control of children with DCD – A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities*. 2020;107:103768.
- Ferguson GD, Jelsma D, Jelsma J, Smits-Engelsman BCM. The efficacy of two task-orientated interventions for children with developmental coordination disorder: neuromotor task training and Nintendo Wii Fit training. *Research in Developmental Disabilities*. 2013;34(9):2449–2461.
- Gargot T, Asselborn T, Zammouri I, Brunelle J, Johal W, Dillenbourg P, Archambault D, Chetouani M, Cohen D, Anzalone SM. “It is not the robot who learns, it is me.” Treating severe dysgraphia using child–robot interaction. *Frontiers in Psychiatry*. 2021;12:596055.
- Graham S, Weintraub N, Berninger VE. The relationship between handwriting style and speed and legibility. *Journal of Educational Research*. 1998;91(5):290-6.
- Gulisano M, Barone R, Mosa MR, Milana MC, Saia F, Scerbo M, *et al*. Incidence of autism spectrum disorder in youths affected by Gilles de la Tourette syndrome based on data from a large single Italian clinical cohort. *Brain Sciences*. 2020;10:812.
- Hammond J, Jones V, Hill EL, Green D, Male I. An investigation of the impact of regular use of the Wii Fit to improve motor and psychosocial outcomes in children with movement difficulties: A pilot study. *Child: Care Health and Development*. 2014;40(2):165-175.
- Hickman R, Popescu L, Manzanares R, Morris B, Lee S-P, Dufek JS. Use of active video gaming in children with neuromotor dysfunction: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2017;59(9):903-11.

- Hocking DR, Farhat H, Gavrilu R, Caeyenberghs K, Shields N. Do Active video games improve motor function in people with developmental disabilities? A meta- analysis of randomized controlled trials. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2019;100(4):769-81.
- \*Hollis C, Hall CL, Jones R, Marston L, Noveri ML, Hunter R, *et al*. Therapist-supported online remote behavioural intervention for tics in children and adolescents in England (ORBIT): a multicentre, parallel group, single-blind, randomised controlled trial. *The Lancet Psychiatry*. 2021 Oct;8(10):871-882.
- \*Hollis C, Hall CL, Khan K, Jones R, Marston L, Le Noveri M, *et al*. Long-term clinical and cost-effectiveness of a therapist-supported online remote behavioural intervention for tics in children and adolescents: extended 12- and 18-month follow-up of a single-blind randomised controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2023;64(6):941-951.
- Jelsma LD, Smits-Engelsman BCM, Krijnen WP, Geuze RH. Changes in dynamic balance control over time in children with and without developmental coordination disorder. *Human Movement Science* 2016;49:148–59.
- Jelsma LD, Geuze RH, Smits-Engelsman BCM. Movement control strategies in a dynamic balance task in children with and without developmental coordination disorder. *Journal of Motor Behavior*. 2020;52(2):175-86.
- Jelsma LD, Cavalcante Neto JL, Smits-Engelsman B, Targino Gomes Draghi T, Araújo Rohr L, Tudella E. Type of active video-games training does not impact the effect on balance and agility in children with and without developmental coordination disorder: A randomized comparator-controlled trial. *Applied Neuropsychology: Child* 2023;12(1):64-73.
- Jijon AM, Leonard HC. Parenting stress in parents of children with developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities* 2020;104:103695.
- Jones D, Christensen CA. Relationship between automaticity in handwriting and students' ability to generate written text. *Journal of Educational Psychology*. 1999;91(1):44-9.
- Ju YJ, Du YC, Lin LY, Hou CR, Lin PY, Cherg RJ. The effect of laboratory developed video games on balance performance in children with developmental coordination disorder. *Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications*. 2018;30(1):1850005.
- Lino F, Arcangeli v, Chieffo DPR. The Virtual Challenge: Virtual reality tools for intervention in children with developmental coordination disorder. *Children* 2021;8(4):270.
- Mentiplay BF, FitzGerald TL, Clark RA, Bower KJ, Denehy L, Spittle AJ. Do video game interventions improve motor outcomes in children with developmental coordination disorder? A systematic review using the ICF framework. *BMC Pediatr*. 2019 Jan 16;19(1):22. doi: 10.1186/s12887-018-1381-7.
- \*Miyahara M, Butson R, Cutfield R, Clarkson JE. A Pilot study of family-focused tele-intervention for children with developmental coordination disorder: development and lessons learned. *Telemedicine and E-Health*. 2009;15:7.
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2016;5:210.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al*. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal*. 2021;372:71.
- Piacentini JC, Chang SW. Behavioral treatments for tic suppression: habit reversal training. *Advanced Neurology*. 2006;99:227–33.
- \*Rachamim L, Zimmerman-Brenner S, Rachamim O, Muallem H, Zingboim N, Rotstein M. Internet-based guided self-help comprehensive behavioral intervention for tics (ICBIT) for youth with tic disorders: a feasibility and effectiveness study with 6 month-follow-up. Randomized Controlled Trial *European Child & Adolescent Psychiatry*. 2022;31(2):275-287.
- \*Ricketts EJ, Goetz AR, Capriotti MR, Bauer CC, Brei NG, Himle MB, Espil FM, Snorrason Í, Ran D, Woods DW. A randomized waitlist-controlled pilot trial of voice over Internet protocol-delivered

- behavior therapy for youth with chronic tic disorders. *J Telemed Telecare*. 2016 Apr;22(3):153-62. doi: 10.1177/1357633X15593192.
- Rizzo R, Gulisano M, Martino D, Robertson MM. Gilles de la Tourette syndrome, depression, depressive illness, and correlates in a child and adolescent population. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*. 2017;27:243–9.
- Robertson MM. A personal 35 year perspective on Gilles De La Tourette Syndrome: Prevalence, phenomenology, comorbidities, and coexistent psychopathologies. *The Lancet Psychiatry*. 2015;2:68–87.
- Robertson MM, Eapen V, Singer HS, Martino D, Scharf JM, Paschou P, *et al*. Gilles de la Tourette syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*. 2017;3:16097.
- Roessner V, Eichele H, Stern JS, Skov L, Rizzo R, Debes NM, Nagy P, Cavanna AE, Termine C, Ganos C, Münchau A, Szejko N, Cath D, Müller-Vahl KR, Verdellen C, Hartmann A, Rothenberger A, Hoekstra PJ, Plessen KJ. European clinical guidelines for Tourette syndrome and other tic disorders-version 2.0. Part III: pharmacological treatment. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2022 Mar;31(3):425-41. doi: 10.1007/s00787-021-01899-z.
- Schoemaker MM, Smits-Engelsman BCM. Is Treating motor problems in dcd just a matter of practice and more practice? *Current Developmental Disorder Report*. 2015;2:150–156.
- Scharf JM, Miller LL, Gauvin CA. Population prevalence of Tourette syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Movement Disorders*. 2015;30:221–8.
- Smits-Engelsman BCM, Jelsma LD, Ferguson GD, Geuze RH. Motor learning: an analysis of 100 trials of a ski slalom game in children with and without developmental coordination disorder. *PLoS One*. 2015;10(10):e0140470.
- Smits-Engelsman BCM, Jelsma LD, Ferguson GD. The effect of exergames on functional strength, anaerobic fitness, balance and agility in children with and without motor coordination difficulties living in low-income communities. *Human Movement Sciences*. 2016;55:327–37.
- Smits-Engelsman B, Vinçon S, Blank R, Quadrado VH, Polatajkod H, Wilson PH. Evaluating the evidence for motor-based interventions in developmental coordination disorder: A systematic review and meta-analysis. *Research in Developmental Disabilities*. 2018;74:72-102.
- Smits-Engelsman B, Bonney E, Ferguson G. Motor skill learning in children with and without Developmental Coordination Disorder. *Human Movement Science*. 2020;74:102687.
- Smits-Engelsman BC, Bonney E, Jelsma D. Task-specificity and transfer of skills in school-aged children with and without developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities* 2023;133:104399.
- WHO. *International statistical classification of diseases and related health problems. 11th revision (ICD-11)*. Geneva: World Health Organization; 2019.

# IPOACUSIE E SORDITÀ: EVIDENZE E PRATICHE DI TELERIABILITAZIONE IN ETÀ EVOLUTIVA

Eva Orzan (a), Maria Cristina Caselli (b), Guido Conti (c), Letizia Giordano (d), Valerio Leonetti (e), Maria Chiara Marini (d), Matilde Maria Marulli (d), Gloria Parravicini (f), Francesco Pavani (g), Alessandra Resca (h), Pasquale Rinaldi (b), Elena Tomasuolo (b), Felicia Zagari (c)

(a) *Otorinolaringoiatria e Audiologia, IRCCS materno-infantile Burlo Garofolo, Trieste*

(b) *Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma*

(c) *Dipartimento di Neuroscienze, Organi di Senso e Torace, Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli, IRCCS, Roma*

(d) *CRC-Centro Ricerca e Cura, Roma*

(e) *Dipartimento Materno-Infantile, Azienda Ospedaliero-Universitaria Cagliari*

(f) *Dipartimento delle Neuroscienze, Azienda Ospedaliero-Universitaria di Rilievo Nazionale e ad Alta Specializzazione, ASST Settelaghi (Varese); ASST Pavia Struttura Semplice di Neuropsichiatria, Pavia*

(g) *Centro Interdipartimentale Mente/Cervello, Università degli Studi di Trento, Rovereto*

(h) *Centro di riferimento Impianti Cocleari e protesi impiantabili, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Roma*

## Introduzione

La cura delle ipoacusie e delle sordità – il più comune deficit sensoriale dell'età pediatrica – coinvolge in modo significativo il servizio sanitario e in particolare la riabilitazione, perché la mancanza di informazioni uditive durante i primissimi anni di vita può comportare importanti sfide rispetto allo sviluppo uditivo, comunicativo e cognitivo, e all'acquisizione della lingua parlata e scritta. Queste, a loro volta, possono influenzare la crescita personale, educativa, sociale e lavorativa (WHO, 2021; Rinaldi *et al.*, 2015; Rinaldi *et al.*, 2018).

La riabilitazione delle ipoacusie e delle sordità pediatriche è oggi considerata efficace se offerta in modo precoce, sistematico, tecnologicamente avanzato (con apparecchi acustici e impianti cocleari di ultima generazione), intensivo, personalizzato, ecologico e con il diretto coinvolgimento attivo della famiglia (Moeller *et al.*, 2024). Una visione più moderna della presa in carico implica altresì un aumento della domanda ai servizi riabilitativi e una conseguente offerta di prestazioni altamente specializzate. Da qui nasce l'esigenza di guardare, da un lato, a modelli sanitari che possano adattarsi alle esigenze dei bambini e delle loro famiglie tenendo conto anche degli aspetti geografici, culturali ed economici; dall'altro, di ottimizzare le risorse disponibili per favorire il contenimento della spesa pubblica, la riduzione dei tempi di attesa per una presa in carico qualificata e l'efficace monitoraggio dei risultati.

In questo contesto, la telemedicina può rappresentare uno dei principali aspetti di cambiamento nelle modalità di accesso e fornitura di assistenza sanitaria, permettendo l'erogazione di servizi che utilizzano la tecnologia delle telecomunicazioni e di internet per collegare da remoto provider clinici e beneficiari o loro *caregiver* (McCarthy *et al.*, 2019), o anche provider stessi (*American Speech and Hearing Association, ASHA*, <https://www.asha.org/practice-portal/professional-issues/telepractice/>). L'ASHA riconosce la teleassistenza come un modello di intervento appropriato anche per professionisti coinvolti nella cura dei deficit uditivi. La teleassistenza (anche descritta con il termine teleaudiologia in campo audiologico) (D'Onofrio & Zeng, 2022) può supportare molteplici servizi di prevenzione, valutazione, trattamento e follow-up e, in generale, gestione delle ipoacusie e delle sordità pediatriche, attraverso la raccolta dati, screening, test di valutazione, counselling, supporto tecnico, riabilitazione, monitoraggio, informazione e formazione dei genitori, degli operatori sanitari e degli educatori (Bush *et al.*, 2016).

In Italia, come in molti altri Paesi (Ebrahimi *et al.*, 2024), si distingue un periodo pre- e uno post-COVID-19 nell'erogazione di servizi di teleassistenza anche per la riabilitazione delle ipoacusie e delle sordità pediatriche. Prima della pandemia, la presa in carico del bambino e del suo nucleo familiare era organizzata solo in funzione di contatti diretti, faccia a faccia, di persona. La pratica di teleassistenza non veniva concepita come modello attuabile, anche perché vincolata da troppe difficoltà, prime fra tutte quelle amministrative e di tutela della riservatezza. Gli ambulatori e i centri di riabilitazione hanno iniziato a utilizzare la teleassistenza in modo più sistematico durante il lockdown del 2020, in quanto unica modalità applicabile per la presa in carico, superando gli ostacoli amministrativi e istituzionali in virtù del contesto emergenziale. Un'eccezione in questo scenario è stato il sistema del servizio di Audiovestibologia dell'Ospedale di Circolo di Varese, dove la teleassistenza è da quasi trent'anni parte integrante dell'erogazione di servizi riabilitativi ai bambini e gli adolescenti portatori di apparecchi acustici o impianti cocleari (Burdo, 2019; Meli, 2021). Si segnalano inoltre 2 progetti condotti dall'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISTC-CNR) e che, dal 2013, permettono gratuitamente la valutazione e il monitoraggio dei progressi a distanza – su piattaforma online – di alcuni aspetti del neurosviluppo e di alcune competenze nell'italiano (*Child Language Automatic Scoring System online*, CLASS-one) (Caselli, 2018) e nella Lingua dei Segni Italiana (LIS) (VOLIS; <https://www.volis.it>).

L'obiettivo di questo lavoro, elaborato da un gruppo di professionisti coinvolti nella riabilitazione e nella ricerca sugli aspetti audiologici, cognitivi, comunicativi e linguistici delle ipoacusie e sordità infantili è stato quello di effettuare una ricognizione delle evidenze scientificamente rilevanti sulla teleriabilitazione dell'ipoacusia e la sordità attraverso una revisione sistematica della letteratura internazionale.

## Materiali e metodi

### Strategia di ricerca degli studi

La strategia di ricerca è stata sviluppata utilizzando i termini MeSH (*Medical Subject Headings*) e adattata per MEDLINE (PubMed) e Web of Science e lanciata il 5 aprile 2024. Non sono stati applicati limiti temporali o di lingua.

La strategia di ricerca utilizzata per PubMed ha compreso i seguenti termini:

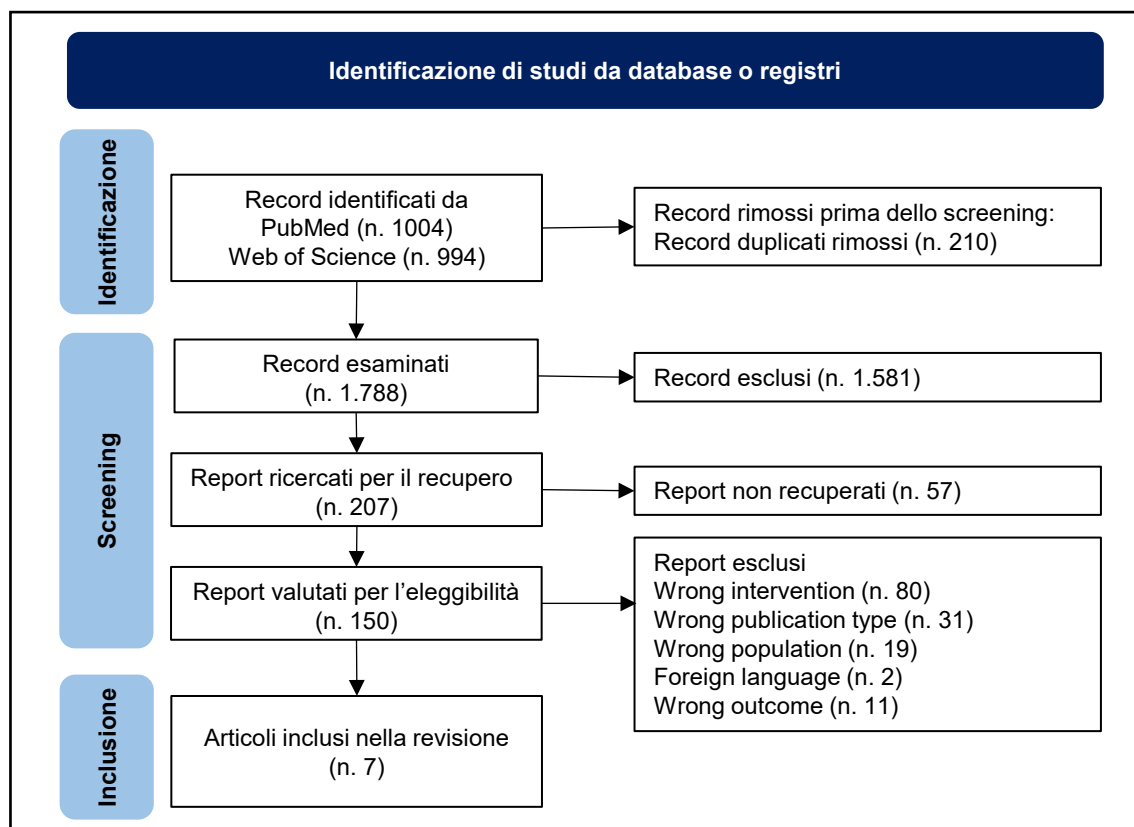
("Hearing Loss"[MeSH] OR "hearing loss" OR "deafness" [tiab]) AND ("Child"[MeSH] OR "Adolescent"[MeSH]) AND ("Telerehabilitation"[MeSH] OR "Telemedicine"[MeSH] OR "telerehabilitat\*" OR "tele rehabilitation" OR "Tele-rehabilitation" OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications"[MeSH] OR eHealth OR "technology"[MeSH] OR "Videoconferencing"[MeSH] OR videoconf\* OR "augmented reality"[MeSH] OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR "software"[MeSH] OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR "m-health" OR "mobile tech\*" OR "Video Games"[MeSH] OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality"[MeSH] OR "robotics"[MeSH] OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR "web-based" OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR "Tele-intervention\*" OR "Tele-education" OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR "web-deliver\*" OR "web conferenc\*" OR Skype\* OR iChat\*).

Per Web of Science ha compreso i seguenti termini:

("Hearing Loss" OR "hearing loss" OR deafness) AND (Child OR Adolescent) AND (Telerehabilitation OR Telemedicine OR telerehabilitat\* OR "tele rehabilitation" OR Tele-rehabilitation OR "tele health" OR telehealth OR "remote consultation" OR Telepatholog\* OR "Mobile Applications" OR eHealth OR technology OR Videoconferencing OR videoconf\* OR "augmented reality" OR "interactive multimedia" OR "interactive software" OR "digital media" OR software OR "interactive technolog\*" OR "mHealth technolog\*" OR mHealth OR m-health OR "mobile tech\*" OR "Video Games" OR "real-time monitoring device" OR "Virtual Reality" OR robotics OR Internet OR telephone OR "mobile health" OR web-based OR "online services" OR Online OR "Remote Consultation\*" OR "Patient portal\*" OR "Computer-Assisted Instruction" OR Website OR teleintervention OR Tele-intervention\* OR Tele-education OR Telecare OR Teletreatment\* OR Teletraining\* OR Telecoaching OR telemonitor\* OR Teleassessment\* OR Telepractic\* OR teletherap\* OR telediagnostic\* OR teleconference\* OR "web portal\*" OR web-deliver\* OR "web conferenc\*" OR Skype\* OR iChat\*)

## Processo di selezione degli studi

Dopo la ricerca bibliografica, tutte le citazioni identificate sono state caricate nell'applicazione web di revisione sistematica Rayyan messa a punto dal Qatar Computing Research Institute (QCRI) (Ouzzani *et al.* 2016) e i duplicati sono stati rimossi. La Figura 1 rappresenta il processo di screening e selezione degli studi (Page *et al.*, 2021).



**Figura 1. Ipoacusie e sordità: processo di selezione degli studi, dalla creazione dei database ad aprile 2024**

I titoli e gli abstract di 1998 studi sono stati vagliati da due o più revisori indipendenti e, a seguito della rimozione di 210 duplicati, sono stati esclusi 1.581 studi. Il testo completo di 207 studi (per 57 dei 207 studi non è stato possibile reperire il testo completo, anche dopo aver contattato gli autori e autrici dei lavori) è stato valutato rispetto ai criteri di inclusione ed esclusione da due o più revisori indipendenti. Di questi 150 studi valutati per testo completo, 143 studi sono stati esclusi. In particolare, 80 studi sono stati esclusi perché non valutavano la teleriabilitazione come intervento (*wrong intervention*), 31 studi poiché case report, commenti, editoriali, evidenze qualitative o revisioni sistematiche (*wrong publication type*), 19 studi poiché non includevano bambini e adolescenti con sordità (*wrong population*), 2 studi in quanto scritti in lingua diversa dall'inglese (*foreign language*) e 11 studi poiché non riportavano misure di efficacia (*wrong outcome*).

Il processo di selezione ha permesso l'inclusione di sette lavori.

## Risultati

Behl *et al.* (2017) hanno analizzato l'efficacia dell'intervento riabilitativo precoce erogato per via telematica con modalità sincrona, mettendo a confronto due gruppi di bambini per i quali l'intervento è avvenuto a distanza oppure in presenza. Le due modalità di erogazione hanno coinvolto un totale di 48 bambini con le loro famiglie; l'abbinamento è avvenuto per età del bambino (19-20 mesi), età genitoriale (mediamente 32-34 anni), età di diagnosi e presa in carico, grado di ipoacusia (da lieve a profondo), modalità comunicativa-linguistica (prevalentemente uditiva-orale in entrambi i gruppi), aspetti socioeconomici e uso del computer. Nello studio sono stati inclusi anche 15 riabilitatori, appartenenti a 5 diversi programmi di intervento precoce. Dopo 6 mesi di intervento riabilitativo gli autori e autrici hanno analizzato i risultati uditivi e linguistici dei bambini, la qualità di intervento familiare e alcuni aspetti riguardanti l'erogazione del servizio. L'analisi ha mostrato che i bambini nel gruppo in teleriabilitazione hanno ottenuto punteggi linguistici migliori, sia nelle misure di linguaggio ricettivo che di punteggio linguistico complessivo. L'analisi delle registrazioni video delle sessioni riabilitative ha rivelato punteggi migliori per la teleriabilitazione anche in termini di responsività da parte degli operatori oltre che partecipazione dei genitori. Al contempo non sono state riscontrate significative differenze tra le due modalità di erogazione negli aspetti riguardanti il supporto, le conoscenze e il coinvolgimento nella comunità delle famiglie. Lo studio riporta alcuni limiti come, ad esempio, il fatto che le misure di sviluppo sono state somministrate dallo stesso riabilitatore del bambino e che sarebbe stato necessario includere anche gli aspetti tecnici delle sessioni in teleassistenza, come ad esempio il numero di interruzioni audio e/o video. Infine, una popolazione di studio che includa maggiore diversità culturali e linguistiche porterebbe ad una più generale conferma dei risultati ottenuti.

Lo studio di Costantinescu *et al.* (2014) ha retrospettivamente confrontato due gruppi di bambini arruolati in un programma riabilitativo basato su metodica uditivo-verbale (*Auditory Verbal Therapy*, AVT), offerto a distanza (eAVT) oppure in presenza. I criteri di inclusione comprendevano bambini con diagnosi di ipoacusia bilaterale di grado da lieve a profondo identificata allo screening uditivo neonatale e corretta con apparecchi acustici e/o impianti cocleari; l'arruolamento nel programma AVT è avvenuto prima dei 12 mesi di età dei bambini. I 7 bambini per gruppo (età media 2,4 anni) sono stati abbinati in base alla soglia uditiva pre-amplificazione, l'età di raggiungimento di un'ottimale amplificazione e l'età di iscrizione al programma AVT. Le sessioni di terapia eAVT sono state erogate tramite Skype con gli stessi principi della modalità in presenza. Dopo circa due anni di trattamento, tutti i bambini (entrambi i gruppi) hanno dimostrato di avere, in media, uno sviluppo linguistico in comprensione e produzione in linea con l'età cronologica, senza differenze significative tra il gruppo eAVT e il

gruppo AVT convenzionale in presenza. Riguardo i limiti dello studio viene segnalata la natura pilota dello studio, le ridotte dimensioni del campione, l'autoselezione dei partecipanti in base alla posizione geografica e la valutazione dei risultati in un'unica fase dello studio, aspetto che rende meno concreta la generalizzazione dei risultati.

Lo studio di Havenga *et al.* (2015) ha incluso 10 bambini con ipoacusia trattata con ausili uditivi che, assieme ai loro genitori, hanno partecipato a 2 sessioni riabilitative ciascuno: una erogata in modalità telematica e l'altra con metodica convenzionale, somministrate a circa due settimane di distanza da un unico riabilitatore. La performance comunicativa dei bambini è stata analizzata tramite videoanalisi, mentre le percezioni dei genitori e del clinico riguardo le due modalità di erogazione terapeutica sono state raccolte tramite scale di valutazione e analisi tematica delle risposte qualitative. Nelle videoanalisi delle performance comunicative dei bambini non è stata riscontrata alcuna differenza significativa tra tele-intervento e intervento convenzionale. La maggior parte dei genitori ha manifestato la volontà di continuare con il tele-intervento, preferendo tuttavia quello convenzionale, in parte a causa della precedente familiarità con una riabilitazione in presenza. Tra le problematicità del tele-intervento sono state rilevate: difficoltà tecniche, distrazioni nell'ambiente domestico, genitori con scarse competenze tecnologiche o di riabilitazione. Dal punto di vista del riabilitatore entrambe le modalità sono state descritte come ugualmente efficaci, tranne nei casi in cui le famiglie sperimentavano per la prima volta una modalità telematica, condizione che ha richiesto specifica formazione interna. La debolezza di questo lavoro riguarda soprattutto l'esiguo numero di opinioni prodotte dai genitori e dell'unico riabilitatore incluso nello studio. Gli autori e autrici incoraggiano l'esecuzione di nuovi studi per approfondire la relazione che potrebbe esserci tra abilità genitoriale di condurre una riabilitazione telematica e i risultati di performance dei bambini; altri aspetti che potrebbero influire sui risultati riabilitativi sono l'apertura genitoriale a questa modalità di erogazione riabilitativa, il loro livello educativo e anche l'età del bambino.

Kondaurova *et al.* hanno studiato gli effetti della teleriabilitazione sincrona su alcuni aspetti della comunicazione orale (Kondaurova *et al.*, 2023a; Kondaurova *et al.*, 2023b). Entrambe le pubblicazioni si riferiscono allo stesso gruppo di sette diadi madre-bambino portatore di impianto cocleare, senza precedente esperienza di riabilitazione telematica. Un unico riabilitatore eseguiva sia le sessioni in presenza che quelle a distanza, per un totale di 14 sessioni (7 + 7) di 30 minuti l'una. Tutte le sessioni sono state registrate e analizzate da operatori indipendenti. Il focus della prima ricerca (Kondaurova *et al.*, 2023a) ha riguardato l'interazione vocalica e nello specifico le seguenti variabili: i turni comunicativi orali e le vocalizzazioni tra madre e bambino e tra terapeuta e bambino, le sovrapposizioni vocaliche, e la durata di pause vocaliche tra interlocutori. I risultati hanno indicato degli inferiori tassi di vocalizzazione di bambini e riabilitatore (ma maggiori tassi di vocalizzazione materna) nelle sessioni di teleriabilitazione rispetto alle sessioni riabilitative in presenza. Anche i turni vocali risultavano meno frequenti tra bambino e riabilitatore (ma con turni vocali più frequenti tra bambino e mamma) durante le sessioni di teleriabilitazione. La durata delle pause vocaliche è risultata maggiore nelle sessioni telematiche rispetto a quelle in presenza, sia nelle interazioni tra riabilitatore e bambino che in quelle tra madre e bambino. Infine, il tasso di sovrapposizione del parlato non è risultato significativamente diverso tra le modalità di erogazione della riabilitazione. Gli autori e autrici concludono che l'impatto sulla quantità e le caratteristiche temporali delle dinamiche comunicative orali può sottendere ad un potenziale aumento dello sforzo cognitivo richiesto ai partecipanti della teleriabilitazione, caldeggiando ulteriori ricerche per misurare l'effetto della teleriabilitazione sulla fatica cognitiva del bambino. L'aumento delle vocalizzazioni e delle interazioni comunicative materne suggerisce che il teleintervento possa promuovere il coinvolgimento del *caregiver* in terapia, ma mette in guardia dal non considerare che la qualità delle interazioni vocali tra *caregiver* e bambino possa essere influenzata anche dalle brevi interruzioni quando gli assistenti devono contemporaneamente

occuparsi dello schermo del computer di telemedicina, assistere il clinico con la tecnologia e interagire con il bambino.

In una successiva analisi (Kondaurova *et al.*, 2023b), Kondaurova *et al.* hanno indagato se bambini e riabilitatori modificavano le caratteristiche vocaliche del parlato durante la teleriabilitazione. Nello specifico lo studio ha misurato le frequenze formanti delle vocali /i/, /a/ e /u/ e le aree dello spazio vocalico. I risultati mostrano che, durante la teleriabilitazione, vi era un aumento dei valori di frequenza della formante F2 per la vocale /i/ sia nei bambini che nel riabilitatore, e della formante F1 per la vocale /a/ nel riabilitatore fornitore se messe a confronto con l'intervento in presenza. Durante il tele-intervento è stata riscontrata anche un'espansione delle aree di spazio vocalico nel parlato del bambino e del riabilitatore. Nei bambini, un'età più precoce di attivazione dell'impianto cocleare era associata a una maggiore area di spazio vocalico sia nell'intervento telematico che in quello di persona. In considerazione della piccola dimensione del campione, che rende difficile generalizzare da un insieme limitato di stimoli, gli autori e autrici auspicano future ricerche per esaminare l'effetto della comunicazione a distanza su ulteriori modifiche acustico-fonetiche nel parlato (es. l'intensità e il tono vocale, o la velocità di eloquio) che aumenterebbero la salienza globale del segnale vocale, al fine di massimizzare i risultati funzionali derivati dalla telepratica.

Lo studio prospettico di Landolfi *et al.* (2022) ha coinvolto 15 famiglie di altrettanti bambini con ipoacusia diagnosticata allo screening uditivo neonatale e inseriti in un programma di intervento audiologico precoce. Le famiglie, durante i primi 9-12 mesi di vita del bambino ricevevano – tramite una web-App – un questionario settimanale, per 14 settimane. Il questionario affrontava aspetti attentivi, comunicativi (verbali ed extraverbali) e neuromotori, e offriva anche dei suggerimenti per le routine quotidiane, con il fine di promuovere l'osservazione e la stimolazione delle abilità comunicative e cognitive. I progressi nelle abilità uditive dei bambini e la partecipazione dei genitori sono stati valutati e categorizzati all'inizio e alla fine del periodo di *training*. Gli autori e autrici riportano un miglioramento delle capacità uditive con l'avanzare dell'età dei bambini e con una maggiore partecipazione dei genitori, e concludono che la teleassistenza asincrona può efficacemente integrare la riabilitazione formale in presenza, favorendo l'empowerment e una maggiore partecipazione familiare anche a distanza. Sugeriscono tuttavia di interpretare il dato con cautela a causa di una serie di limitazioni dello studio, come ad esempio l'esiguo numero di partecipanti e la mancanza di un gruppo di controllo che potesse distinguere gli effetti del trattamento protesico da quelli legati al coinvolgimento e al *training* genitoriale.

Nello studio pilota randomizzato controllato di Muñoz *et al.* (2021) si è voluto testare l'utilizzo di tecnologie dell'informazione e della comunicazione in ambito sanitario, con l'obiettivo di migliorare l'utilizzo degli apparecchi acustici e la gestione degli stessi da parte dei genitori. Il campione di studio ha incluso 82 genitori di altrettanti bambini (di età massima di 42 mesi) con ipoacusia e utilizzatori di apparecchi acustici. I genitori sono stati reclutati attraverso i social media durante il periodo della pandemia da SARS-CoV-2 e assegnati in modo casuale al gruppo di intervento o al gruppo di trattamento abituale. Il programma di intervento della durata di 6 settimane includeva la consegna di video informativi ed educativi; a tutti i partecipanti veniva richiesto di auto-compilare dei questionari e partecipare a telefonate di *coaching* settimanale. I risultati documentano che vi è stata un'elevata aderenza al programma e l'intervento ha dimostrato che, nel corso dello stesso, vi è stato un significativo aumento delle conoscenze e competenze genitoriali, come ad esempio nella loro percezione di beneficio protesico e in generale le capacità di gestione degli apparecchi acustici dei loro bambini. Non sono state osservate differenze tra i due gruppi riguardo il tempo di utilizzo degli apparecchi. I limiti del lavoro riguardano soprattutto la rappresentatività del campione di studio, formato da una maggioranza di genitori con formazione universitaria e con reddito medio-alto.

Le caratteristiche principali degli studi inclusi sono schematizzate in Tabella 1.

**Tabella 1. Caratteristiche degli studi inclusi nella revisione sistematica della letteratura, dalla creazione dei database ad aprile 2024**

| Primo autore<br>anno   | Obiettivo dello studio                                                                                                                  | Campione                                                                       | Risultati                                                                                                                                                                                               |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Behl<br>2017           | Efficacia dell'intervento precoce in TR (studio caso controllo prospettico)                                                             | bambini trattati TR vs. F2F (n. 48)                                            | <i>Outcome</i> linguistici e numero di sedute: TR > F2F<br>Coinvolgimento familiare: nessuna differenza                                                                                                 |
| Costantinescu<br>2014  | Efficacia di un intervento di TR-AVT (studio caso controllo retrospettivo)                                                              | bambini trattati TR vs. F2F (n. 7)                                             | <i>Outcome</i> linguistici: nessuna differenza<br><i>Outcome</i> nei range di normalità per età cronologica in entrambi i campioni                                                                      |
| Havenga<br>2015        | Efficacia dell'intervento in TR vs. F2F (studio prospettico intra-soggetto)                                                             | bambini trattati TR+F2F (n. 10)                                                | Interazione comunicativa, soddisfazione dei clinici e dei genitori: nessuna differenza<br>Livelli di confort dei genitori: F2F>TR                                                                       |
| Kondaurova<br>2023 (a) | Effetto della TR sul turno comunicativo verbale terapeuta-bambino e madre-bambino (studio prospettico intra-soggetto)                   | bambini trattati TR+F2F (n. 7)                                                 | <i>Outcome</i> linguistici:<br>Turni terapeuta-bambino: F2F > TR<br>Turni madre-bambino: TR> F2F<br>Vocalizzazioni materne: TR> F2F<br>Speech overlap: nessuna differenza<br>Pause di silenzio: TR> F2F |
| Kondaurova<br>2023 (b) | Modificazioni dello speech nell'eloquio del bambino e del terapeuta durante le sedute in TR vs. F2F (studio prospettico intra-soggetto) | bambini con impianto cocleare trattati TR+F2F (n. 7)                           | Analisi acustica della 1° e 2° formante delle vocali /i/, /a/ /u/: modificazione delle formanti dell'eloquio del bambino e del terapeuta durante le sessioni in TR rispetto alle sessioni F2F           |
| Landolfi<br>2022       | Efficacia di un intervento di TR asincrona con web App TATA (studio prospettico)                                                        | bambini sordi con protesi acustiche trattati con la web App TATA               | <i>Outcome</i> percettivi uditivi:<br>T2 (post training) > T1 (arruolamento)<br>Coinvolgimento familiare: T2 > T1                                                                                       |
| Muñoz<br>2021          | Efficacia di un programma di <i>parent training</i> in TR mirato al corretto utilizzo delle protesi acustiche                           | genitori di bambini portatori di protesi acustiche trattati TR vs. F2F (n. 82) | Miglioramento delle conoscenze in termini di gestione delle protesi acustiche e della soddisfazione familiare<br>Nessuna differenza in termini di tempo di utilizzo delle protesi acustiche             |

**AVT:** Auditory Verbal Therapy; **F2F:** Face to Face, riabilitazione in presenza; **TATA:** NeonaTal Assisted Telerehabilitation; **TR:** TeleRiabilitazione

## Discussione

Gli studi inclusi in questa revisione sistematica suggeriscono che la riabilitazione telematica sia efficace nel promuovere la centralità della famiglia e il suo coinvolgimento attivo nel percorso (ri)abilitativo del bambino con ipoacusia o sordità. I genitori sono partner chiave nel processo di intervento: il loro coinvolgimento è fondamentale, poiché vivono con i loro figli ogni giorno. In

base alle opinioni e alle misure di autovalutazione genitoriale incluse negli studi riportati, le famiglie che hanno ricevuto servizi di teleriabilitazione, se confrontate alle famiglie che hanno ricevuto servizi di persona, si sono sentite ugualmente supportate, competenti e sicure nel promuovere lo sviluppo dei loro figli (Behl *et al.*, 2017; Muñoz *et al.*, 2021; Landolfi *et al.*, 2022). In quest'ottica potrebbero essere particolarmente utili futuri studi su come preparare le famiglie alle modalità di teleintervento e su come formare i clinici a fornire consulenze online a genitori e *caregiver*.

Nelle sessioni sincrone, ad esempio, non va sottovalutato il rischio che la qualità delle interazioni tra genitori, clinici e bambino possa essere in parte pregiudicata dalle brevi interruzioni comunicative nei momenti in cui gli adulti devono contemporaneamente essere visibili nello schermo del computer, seguire le reciprocità tra *caregiver* e clinico e interagire con il bambino (Havenga *et al.*, 2017). L'impatto sulla quantità e sulle caratteristiche temporali delle dinamiche comunicative potrebbe inoltre sottendere ad un aumento dello sforzo cognitivo richiesto ai partecipanti della teleriabilitazione, aspetto che richiede ulteriori studi (Kondaurova *et al.*, 2023a).

Parallelamente alle attività sincrone, anche l'erogazione di tele-interventi educativi asincroni strutturati, basati su di video, tutorial o questionari, possono portare ad un miglioramento delle conoscenze e l'empowerment genitoriale. Gli esempi della letteratura scientifica riguardano la gestione degli apparecchi acustici dei loro bambini (Muñoz *et al.*, 2021) oppure la promozione all'osservazione e alla stimolazione delle abilità comunicative e cognitive (Landolfi *et al.*, 2022). Queste modalità risultano essere più efficaci se associate ad un'interazione umana diretta, ad esempio un frequente *coaching* che incoraggi e impegni il genitore nella direzione di un miglioramento dell'aderenza al progetto riabilitativo (Muñoz *et al.*, 2021).

L'efficacia della teleassistenza a supporto della regolazione e del monitoraggio a distanza della tecnologia uditiva, in modalità sincrona e asincrona, è stata indagata in una revisione sistematica del 2021 (Cristofari *et al.*, 2021) evidenziando che è oggi possibile monitorare il corretto funzionamento di apparecchi e/o impianti cocleari, acquisire informazioni circa i tempi, gli ambiti e le modalità d'uso del dispositivo (*data logging*), fare un uso combinato di metodiche di regolazione soggettiva (ad opera dell'utente stesso o dei suoi *caregiver*) e oggettiva per giungere ad un adattamento protesico ideale, fare la verifica audiologica e la personalizzazione dei programmi di ascolto.

Riguardo le modalità che possono favorire l'aderenza al progetto riabilitativo, la teleriabilitazione può essere utilizzata per svolgere attività di formazione, informazione e counseling individuale o di gruppo non alternativi ai servizi tradizionali in presenza (Ebrahimi *et al.*, 2024; NCHAM, 2023). I professionisti mettono le famiglie in condizione di ricevere informazioni obiettive, basate su evidenze scientifiche. In questo modo le famiglie possono partecipare ai processi decisionali e di cura del bambino, operare scelte (su apparecchi acustici, impianti cocleari, approcci abilitativi ed educativi disponibili) sulla base delle caratteristiche del bambino e della famiglia, nonché delle risorse educative e riabilitative disponibili sul territorio e accessibili da remoto. La partecipazione delle famiglie ai processi decisionali e di cura favorisce l'instaurarsi e il mantenimento di una solida alleanza terapeutica ancor più necessaria nella teleriabilitazione, ed è un forte fattore predittivo dell'esito e costituisce un presupposto indispensabile per la riuscita di un intervento indiretto sul bambino mediato dai genitori. Alcuni autori e autrici del gruppo di lavoro esperti in programmi di educazione bilingue, ritengono che anche i percorsi che prevedano l'utilizzo della LIS o di segni possono essere fruibili attraverso la teleriabilitazione, in una prospettiva di bilinguismo fra lingue dei segni e lingue vocali (Caselli & Rinaldi, 2019; Rinaldi *et al.*, 2020; Hall, 2017; Mayberry & Kluender, 2018; Secora & Smith, 2021). Secondo gli stessi la formazione/informazione può essere offerta anche ai genitori sordi che, pur conoscendo in prima persona la sordità e, in molti casi, la lingua dei segni, hanno la necessità di essere precocemente informati e aggiornati sulle nuove possibilità di protesizzazione

e sull'impianto cocleare, sulle metodologie di presa in carico del bambino, sul loro ruolo educativo e sulle migliori strategie comunicative funzionali a promuovere lo sviluppo del linguaggio, senza trascurare l'identità linguistica e culturale della famiglia. Per tutti i diversi approcci riabilitativi può essere suggerito ai genitori e le famiglie l'utilizzo di materiali accessibili gratuitamente su piattaforme online.

È opinione degli autori e autrici del presente lavoro che i professionisti e il personale di supporto ospedaliero o comunitario devono essere sistematicamente formati per fornire una teleassistenza di qualità, soprattutto in considerazione del fatto che spesso sono necessarie soluzioni tecnologiche complesse, applicazioni informatiche, campi di memoria adeguati e sicuri per mantenere degli efficienti servizi di connettività tra famiglie, territorio e ospedali.

La creazione di reti tra i vari specialisti è particolarmente importante in tutti i casi in cui siano presenti patologie associate all'ipoacusia o sordità, che impongono necessariamente una presa in carico riabilitativa non solo "audiologica" (es. sordocecità e disturbi del neurosviluppo). Un ulteriore possibile impiego della teleriabilitazione riguarda il contatto tra il professionista sanitario e il personale appartenente ai servizi educativi o alle istituzioni scolastiche, auspicabile in un'ottica di presa in carico che consideri il bambino nella sua totalità.

Uno degli aspetti da chiarire riguarda il ruolo della teleassistenza all'interno del progetto riabilitativo, nello specifico le possibili differenze tra un intervento ibrido (teleassistenza e terapia in presenza) rispetto ad un intervento teleassistito esclusivo. A tal proposito si precisa che sulla base della propria esperienza professionale, gli autori e autrici del presente lavoro intendono la teleriabilitazione non come sostitutiva della terapia diretta, bensì come strumento di supporto per quest'ultima, adattandone di conseguenza le finalità. Gli autori e autrici di questo lavoro sottolineano che la comunicazione della diagnosi non può essere fatta in via telematica, ma va necessariamente comunicata in presenza da una équipe multidisciplinare.

In generale, prima di incontrare la famiglia in via telematica, sarà necessario stabilire un primo contatto con i genitori in presenza, al fine di instaurare una relazione di base che sarà necessaria per gli incontri a distanza. Non è inoltre possibile effettuare per via telematica la prima valutazione del bambino. Tutte le attività di formazione/informazione, consulenza e monitoraggio a distanza, nonché l'intervento diretto sul bambino, devono essere in definitiva regolarmente integrate con incontri in presenza.

A conclusione di queste considerazioni, il gruppo ha raccolto ulteriori spunti pratici che potrebbero risultare utili a chi intende avviare attività teleriabilitative per bambini con sordità o ipoacusia.

Uno dei prerequisiti fondamentali per avviare una sessione di teleriabilitazione sincrona o asincrona è l'accessibilità da parte degli utenti alle informazioni, integrando quelle veicolate attraverso i canali visivo e uditivo, nel rispetto delle caratteristiche multimodali della comunicazione e del linguaggio. La riabilitazione dell'ipoacusia e sordità pediatriche si fonda nello specifico sulla percezione uditiva e quella visiva: bisogna dunque sempre assicurare un ottimale controllo di quantità e qualità (fedeltà) acustica, nonché un'ottimale visibilità di tutti gli aspetti non verbali della comunicazione parlata (gesti, espressione facciale, sguardo, movimenti delle labbra). Nel caso l'approccio riabilitativo preveda l'uso dei segni o della lingua dei segni, è necessario assicurare un'ottimale visibilità dei parametri manuali dei segni (forma e configurazione delle mani, luogo, orientamento, movimento) e di quelli non manuali (posture, espressioni facciali, sguardi, movimenti delle labbra, etc.).

In termini pratici è necessario garantire una buona illuminazione e una corretta inquadratura, sia del volto del professionista che degli utenti. Particolare attenzione va posta alle condizioni di ascolto, per evitare condizioni di svantaggio per la discriminazione, il riconoscimento e l'apprendimento uditivo-verbale. È noto che il rumore di fondo e il riverbero acustico peggiorano l'apprendimento di tutti i bambini – e ancor di più nei bambini con difficoltà uditive (Erickson &

Newman, 2017) – tanto da richiedere sempre un rapporto segnale/rumore più alto per raggiungere le stesse prestazioni uditive delle persone con udito normale (Leibold *et al.*, 2013). Prima di iniziare ogni sessione di teleriabilitazione è indispensabile verificare la piena funzionalità della tecnologia uditiva in uso, che non si limita agli apparecchi acustici e impianti cocleari, ma include i sistemi wireless per lo streaming audio, che facilitano l'ascolto della voce riprodotta.

Dal momento che le sessioni di teleriabilitazione si svolgono al di fuori dell'ambiente acustico controllato degli ambulatori, è importante informare il *caregiver* sui fattori che possono compromettere l'udibilità, la percezione uditiva-verbale e visiva, l'attenzione e la comprensione e intervenire su di essi (es. la televisione accesa in sottofondo in ambiente domestico, interferenza di una persona estranea al *setting*). Le attività devono tener conto di modificazioni del *setting* rispetto alle caratteristiche dell'utente che si avvale del servizio. Nel caso di genitori sordi o di bambini che utilizzano la LIS nella teleriabilitazione, andranno adottati particolari accorgimenti sul piano comunicativo/linguistico, tecnologico e di allestimento del *setting* telematico, anche in funzione delle richieste e delle preferenze comunicative degli utenti. Se è richiesto un servizio di interpretariato italiano/LIS e viceversa, va previsto in collegamento telematico anche un interprete professionista e che la finestra con l'interprete sia ben fruibile. Se è richiesto un servizio di sottotitolazione, bisognerà assicurarsi che tale servizio sia accurato e disponibile in maniera automatica all'interno della piattaforma telematica utilizzata.

## Conclusioni

La riabilitazione per via telematica e in generale la teleassistenza dedicata ai bambini e agli adolescenti con ipoacusia e sordità può rappresentare in definitiva una preziosa soluzione per superare le barriere come la distanza o la carenza di clinici qualificati. Il teleintervento potrebbe offrire anche vantaggi alle famiglie in termini di tempo e di costi legati al trasporto, comportando parallelamente anche un miglioramento della frequenza agli appuntamenti e quindi una maggior adesione al programma terapeutico (Behl *et al.*, 2017). Secondo gli autori e autrici del presente lavoro, il successo dei servizi di teleassistenza si fonda, in ultima analisi, sull'esperienza e l'irrinunciabile competenza dei diversi professionisti che prendono in carico i bambini con ipoacusie e sordità, e sulle loro famiglie. In un'ottica di progetti riabilitativi personalizzati e caratterizzati da una stretta alleanza terapeutica con la famiglia, spetta principalmente ai professionisti la decisione riguardo a quali situazioni e in che misura impiegare efficacemente la teleassistenza in favore dei bambini e delle loro famiglie.

In considerazione della natura pilota della maggioranza degli studi inclusi di questa revisione sistematica, sarebbero necessarie ulteriori ricerche per indagare i possibili limiti della teleassistenza nei suoi diversi utilizzi e produrre nuove evidenze sull'efficacia della teleassistenza nel tempo. Tali studi dovranno includere campioni di bambini con numerosità più ampia, rappresentativi del contesto nazionale e delle sue specificità geografiche, sociali e culturali, nonché adeguati gruppi di controllo. È doveroso segnalare che, da questa analisi, emerge che la teleassistenza viene oggi impiegata quasi esclusivamente per attività riabilitative che hanno come obiettivo lo sviluppo delle abilità uditive trattate con apparecchi acustici o impianti cocleari in un contesto comunicativo uditivo-orale. Non emergono, dagli studi citati, specifiche informazioni riguardo l'utilizzabilità e l'efficacia della teleassistenza con bambini che utilizzano anche la lingua dei segni e in contesti in cui i genitori dei bambini siano sordi e preferiscono utilizzare la lingua dei segni per comunicare.

## Bibliografia

*L'asterisco indica gli studi inclusi nella revisione sistematica della letteratura.*

- \*Behl DD, Blaiser K, Cook G, Barrett T, Callow-Heusser C, Brooks BM, Dawson P, White KR. A multisite study evaluating the benefits of early intervention via telepractice. *Infants & Young Children*. 2017;30(2):147-161.
- Burdo S. Videochiamata e riabilitazione nel bambino sordo. In: Orzan E (Ed.). *Dalla diagnosi all'autonomia comunicativa*. Bagheria-Palermo: Plumelia Edizioni; 2019. p. 83-92.
- Bush ML, Thompson R, Irungu C, Ayugi J. The role of telemedicine in auditory rehabilitation: a systematic review. *Otology & Neurotology*. 2016;37(10):1466-74.
- Caselli MC. *Child Language Automatic Scoring System-online (CLASS-one)*. Roma: Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del Consiglio Nazionale delle Ricerche; 2018.
- Caselli MC, Rinaldi P. *Lingua dei segni e impianto cocleare cooperano per un'educazione bilingue dei bambini sordi*. Roma: Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione-Consiglio Nazionale delle Ricerche, Ente Nazionale per la protezione e l'assistenza dei Sordi - Onlus (ENS); 2019.
- \*Constantinescu G, Waite M, Dornan D, Rushbrooke E, Brown J, McGovern J, Ryan M, Hill A. A pilot study of telepractice delivery for teaching listening and spoken language to children with hearing loss. *J Telemed Telecare*. 2014 Apr;20(3):135-40. doi: 10.1177/1357633X14528443.
- Cristofari E, Razza S, Zacccone M, Coccozza D, Sica E, Ermoli L. Teleaudiology: remote and self-fitting in hearing device. *Otorhinolaryngology*. 2021;71(3):218-23.
- D'Onofrio KL, Zeng FG. Tele-audiology: current state and future directions. *Frontiers in Digital Health*. 2022;3:788103.
- Ebrahimi S, Marzaleh MA, Zakerabbasali S, Ahmadi A, Sarpourian F. Comparing the clinical effectiveness of telerehabilitation with traditional speech and language rehabilitation in children with hearing disabilities: a systematic review. *Telemed J E Health*. 2024 Feb;30(2):307-20. doi: 10.1089/tmj.2023.0258.
- Erickson LC, Newman RS. Influences of Background Noise on Infants and Children. *Current Directions in Psychological Science*. 2017;26(5):451-457
- Hall WC. What You Don't Know Can Hurt You: The Risk of language deprivation by impairing sign language development in deaf children. *Maternal and Child Health Journal*. 2017;21:961-965.
- \*Havenga, E, Swanepoel DW, Le Roux T, Schmid B. Tele-intervention for children with hearing loss: A comparative pilot study. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2017;23(1):116-125.
- \*Kondaurova MV, Zheng Q, Donaldson CW, Betts A, Smith AF, Fagan MK. The effect of telepractice on vocal turn-taking between a provider, children with cochlear implants, and caregivers: A preliminary report. *Cochlear Implants International*. 2023(a);24(3):155-166.
- \*Kondaurova MV, Zheng Q, Donaldson CW, Smith AF. Effect of telepractice on pediatric cochlear implant users and provider vowel space: A preliminary report. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2023(b);153(1):467-479.
- \*Landolfi E, Continisio GI, Del Vecchio V, Serra N, Burattini E, Conson M, Marciano E, Laria C, Franzè A, Caso A, Fetoni AR, Malesci R. NeonaTal Assisted Telerehabilitation (T.A.T.A. Web App) for hearing-impaired children: a family-centered care model for early intervention in congenital hearing loss. *Audiol Res*. 2022 Mar 28;12(2):182-90. doi: 10.3390/audiolres12020021.
- Leibold LJ, Hillock-Dunn A, Duncan N, Roush PA, Buss E. Influence of hearing loss on children's identification of spondee words in a speech-shaped noise or a two-talker masker. *Ear and Hearing*. 2013;34(5):575-84.
- Mayberry RI, Kluender R. Rethinking the critical period for language: New insights into an old question from American Sign Language. *Bilingualism (Cambridge, England)*. 2018;21(5):938-944.

- Meli A, Sica E, Dossi M, Attardo MF, Cristofari E. The monitoring of home rehabilitation in deaf patient care, pre and during COVID-19 emergency. *Audiologia&Foniatría - Ital J Audiol Phoniatr*. 2021;6(1): 15-20. doi: 10.14658/pupj-IJAP-2021-1-5
- McCarthy M, Leigh G, Arthur-Kelly M. Telepractice delivery of family-centred early intervention for children who are deaf or hard of hearing: A scoping review. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2019;25(4):249-260.
- Moeller MP, Gale E, Szarkowski A, Smith T, Birdsey BC, Moodie STF, Carr G, Stredler-Brown A, Yoshinaga-Itano C, Holzinger D; FCEI-DHH International Consensus Panel. Family-Centered Early Intervention Deaf/Hard of Hearing (FCEI-DHH): foundation principles. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2024 Feb 29;29(SI):SI53-SI63. doi: 10.1093/deafed/enad037.
- \*Muñoz K, San Miguel GG, Barrett TS, Kasin C, Baughman K, Reynolds B, Ritter C, Larsen M, Whicker JJ, Twohig MP. eHealth parent education for hearing aid management: a pilot randomized controlled trial. *Int J Audiol*. 2021 Apr;60(sup1):S42-S48. doi: 10.1080/14992027.2021.1886354.
- NCHAM (National Center for Hearing Assessment and Management). *A practical guide to the use of tele-intervention in providing early intervention services to infants and toddlers who are deaf or hard of hearing*. Logan, UT: Utah State University; 2023
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2016;5:210.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al*. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal*. 2021;372:71.
- Rinaldi P, Di Mascio T, Knoors H, Marschark M. *Insegnare agli studenti sordi. Aspetti cognitivi, linguistici, socioemotivi e scolastici*. Bologna: Il Mulino; 2015.
- Rinaldi P, Tomasuolo E, Resca A (Ed.). *La sordità infantile. Nuove prospettive per affrontare la sordità: aspetti cognitivi, psicologici, logopedici*. Trento: Erickson; 2018
- Rinaldi P, Pavani F, Caselli MC. Developmental, cognitive, and neurocognitive perspectives on language development in children who use cochlear implants. In: Marschark M, Knoors H (Ed.). *The Oxford handbook of deaf studies in learning and cognition*. Oxford: Oxford University Press; 2020. p. 33–45.
- Secora K, Smith D. The benefit of the “and” for considerations of language modality for deaf and hard-of-hearing children. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*. 2021;6(2):397-401.
- WHO. *World report on hearing*. Geneva: World Health Organization; 2021.

*Serie Rapporti ISTISAN  
numero di luglio 2025, 1° Suppl.*

*Stampato in proprio  
Servizio Comunicazione Scientifica – Istituto Superiore di Sanità*

*Roma, luglio 2025*