

Università degli Studi di Padova

CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA
PRESIDENTE: *Ch.ma Prof.ssa Veronica Macchi*

TESI DI LAUREA

EFFICACIA DELL'ESERCIZIO MOTORIO NEL BAMBINO CON DISTURBO DELLO
SPETTRO AUTISTICO (DSA) NELLO SVILUPPO DELLE COMPETENZE MOTORIE,
RELAZIONALI E SOCIALI. REVISIONE DELLA LETTERATURA

(Efficacy of motor exercise in children with Autism Spectrum Disorder (ASD) in the development
of motor, relationship and social skills. Literature review)

RELATRICE: Dott.ssa Ft. Lunardelli Maria Grazia

LAUREANDA: Serena Arianna

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

ABSTRACT	II
INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 1: EZIOPATOGENESI ED EPIDEMIOLOGIA	2
1.1 EZIOPATOGENESI	2
1.2 EPIDEMIOLOGIA	4
CAPITOLO 2: IL PROFILO MOTORIO DEL BAMBINO CON AUTISMO	5
2.1 IL RITARDO NEL RAGGIUNGIMENTO DELLE TAPPE MOTORIE	5
2.2 IL PATTERN DEL CAMMINO	6
2.3 IL CONTROLLO POSTURALE	7
2.4 LE STEREOTIPIE MOTORIE	8
2.5 LA COORDINAZIONE MOTORIA	8
2.6 I MOVIMENTI DI PRESA, DI MANIPOLAZIONE E DI SCRITTURA	9
3.1 L'ATTIVITÀ FISICA	11
3.2 L'ESERCIZIO TERAPEUTICO	11
3.3 L'INTERVENTO FISIOTERAPICO NEL BAMBINO	12
CAPITOLO 4: L'IMPORTANZA DELLA PRESA IN CARICO PRECOCE E	
INTERVENTO MOTORIO	13
4.1 I FENOMENI DI NEUROPLASTICITÀ CEREBRALE NEL BAMBINO	13
4.2 LA PRESA IN CARICO PRECOCE	15
CAPITOLO 5: MATERIALI E METODI	16
5.1 LA REVISIONE BIBLIOGRAFICA DELLA LETTERATURA	16
CAPITOLO 6: RISULTATI	20
6.1 PROGRAMMA DI RIABILITAZIONE CON APPLICAZIONE DI TECNICHE DI TERAPIA MANUALE.....	20
6.2 PROGRAMMA DI RIABILITAZIONE CON ESERCIZI A SECCO DI TIPOLOGIA VARIA	21
6.3 PROGRAMMA DI RIABILITAZIONE INCENTRATO SUL MIGLIORAMENTO DELL'EQUILIBRIO E DEL CONTROLLO POSTURALE	27
6.4 PROGRAMMA DI RIABILITAZIONE INCENTRATO SUL MIGLIORAMENTO DEL CAMMINO IN PUNTA	31
6.5 PROGRAMMA DI RIABILITAZIONE IN ACQUA	35
CAPITOLO 7: DISCUSSIONE	42
7.1 CRITICITÀ DELLO STUDIO E PROSPETTIVE FUTURE	47
CAPITOLO 8: CONCLUSIONI	50
8.1 LIMITI DELLO STUDIO.....	50
BIBLIOGRAFIA	51
ALLEGATI	I
ALLEGATO 1 - TABELLE RIASSUNTIVE DI ESTRAZIONE DEI DATI DEGLI ARTICOLI INCLUSI	I

RIASSUNTO

Background: i disturbi dello spettro autistico sono disturbi complessi dello sviluppo neurologico caratterizzati da difficoltà nell'interazione sociale, nella comunicazione e da comportamenti ristretti, stereotipati e ripetitivi.

Sebbene i criteri diagnostici per l'ASD descritti nel manuale DSM-V si focalizzino sui disturbi sociali, comunicativi e comportamentali, i bambini con autismo hanno spesso difficoltà motorie significative che solitamente riguardano il pattern del cammino, l'equilibrio, il controllo posturale, la coordinazione fine e grossolana, la destrezza manuale, le stereotipie, la pianificazione motoria e la prassia con conseguenti movimenti lenti, poco fluidi ed energeticamente dispendiosi.

L'acquisizione delle competenze motorie è essenziale per le abilità quotidiane come il linguaggio, la comunicazione, l'interazione sociale, le relazioni con i pari e con i genitori, le abilità sociali ed emotive, influenzando anche il funzionamento scolastico.

Scopo: verificare in letteratura se una presa in carico fisioterapica precoce basata sull'esercizio motorio possa portare ad un miglioramento degli aspetti motori, relazionali, sociali e comportamentali garantendo al bambino un processo di sviluppo più adeguato e una maggiore capacità di adattamento con effetti positivi sulla qualità di vita.

Materiali e metodi: è stata effettuata una ricerca bibliografica, da Febbraio a Settembre 2023, nelle banche dati PubMed, PEDro e Cochrane Library. Dalla ricerca sono stati selezionati 11 articoli, di diversa tipologia, in grado di soddisfare i criteri di inclusione ed esclusione precedentemente impostati. Gli studi RCT sono stati valutati qualitativamente mediante la scala PEDro.

Risultati: gli studi attualmente disponibili in letteratura forniscono le prime evidenze sperimentali che un programma riabilitativo strutturato basato sull'esercizio motorio rappresenti un valido approccio integrativo alla riabilitazione cognitivo - comportamentale nel trattamento del bambino con disturbo dello spettro autistico con effetti positivi sulle abilità motorie, relazionali e sociali.

I risultati non possono essere considerati definitivi in quanto il campione degli studi è ridotto, ad alta prevalenza maschile, molto eterogeneo per gravità della sintomatologia autistica e ritardo cognitivo presentato; inoltre manca univocità in termini di durata, frequenza dell'intervento, outcome valutati e scale di misura selezionate per la loro misura.

Conclusioni: i risultati attualmente disponibili sono davvero incoraggianti nonostante le numerose criticità riscontrate. Poiché la sintomatologia autistica è molto varia e riguarda molteplici aspetti, si sottolinea l'importanza di valutare il più precocemente possibile il profilo motorio del bambino, i suoi punti di forza e debolezza, per poi pianificare un programma riabilitativo individualizzato cercando di massimizzare gli outcome. Sono comunque necessari ulteriori studi futuri per definire meglio l'efficacia dei singoli trattamenti proposti e consentire il superamento di alcune criticità intrinseche.

ABSTRACT

Background: autism spectrum disorders are complex disorders of the neurological development featured by social interaction and communicative difficulties and by restricted, stereotyped and repetitive behaviours.

Although ASD diagnostic criteria described in the DSM-V handbook focus on social, communicative and behavioural disorders, children with autism often have important motor impairments that usually concern gait pattern, balance, postural control, fine and gross coordination, manual dexterity, stereotypes, motor planning and praxis with consequent slow, not very fluid and energetically expensive movements.

The acquisition of motor skills is essential for daily abilities such as the language, the communication, the social interaction, the relationships with peers and parents, the social and emotional skills, affecting also the school functioning.

Objective: to verify in literature if an early physical therapy management based on motor exercise could lead to an improvement of motor, relational, social and behavioural aspects ensuring the child a more appropriate development process and a greater ability to adapt with consequent positive results on quality of life.

Materials and methods: a bibliographic research was carried out in PubMed, PEDro and Cochrane Library databases, from February to September 2023. 11 articles of different types, able to satisfy the previously set inclusion and exclusion criteria, were selected from the research.

The quality of RCT studies was evaluated by PEDro scale.

Results: the studies currently available in literature provide the first experimental evidence that a structured rehabilitation program based on motor exercise represents an effective integrative approach to the cognitive – behavioral rehabilitation in the ASD child treatment with positive results on motor, relational and social skills.

The results can't be considered definitive since the sample of the studies is small, with a high male prevalence, highly heterogeneous in severity of autistic symptoms and cognitive impairment presented; furthermore, there is a lack of uniqueness in terms of length and frequency of the intervention, outcomes evaluated and measurement scale selected for their measure.

Conclusions: the results currently available are really encouraging despite the several critical issues encountered. Since autistic symptoms are really various and concern multiple aspects, it's underlined the significance of evaluating the motor profile of the child as soon as possible, his strength and weaknesses, to plan an individualized rehabilitation program trying to maximize outcomes.

Future studies are still necessary to better define effectiveness of the single proposed treatments and to allow the overcoming of some intrinsic critical issues.

INTRODUZIONE

L'autismo rappresenta una delle sindromi più misteriose e difficilmente spiegabili dell'età evolutiva. Si tratta di un disturbo dello sviluppo neuropsicologico ad esordio precoce, entro i tre anni, e che permane in età adulta; presenta una vastità di sintomi generalizzati che riguardano lo sviluppo percettivo e discriminativo, l'attenzione, l'intelligenza, la memoria, il linguaggio, l'imitazione, la motricità e quindi l'adattamento del bambino all'ambiente circostante (1).

I bambini con autismo presentano quindi una compromissione sia qualitativa che quantitativa nelle sfere dell'interazione sociale, della comunicazione e del repertorio comportamentale, di interessi e di attività.

Essi si avvalgono dello sguardo, della mimica facciale e della gesticolazione in maniera scarsa o anomala, appaiono inadeguati rispetto al contesto o all'interlocutore poiché non rispettano le buone norme sulla distanza prossemica e spesso ricercano l'isolamento sociale.

Nonostante il 70% dei casi presenti un ritardo nello sviluppo del linguaggio che rimane comunque deficitario, ciò che appare in maniera più evidente è il suo uso stereotipato e ripetitivo, ecolalia, risposte a monosillabi e uso di parole non convenzionali inventate dal bambino, incomprensibili agli altri.

Le anomalie negli interessi stereotipati riguardano sia la loro intensità sia l'ambito che è molto ristretto e talvolta insolito. Solitamente sono fortemente attratti dalle parti di oggetti senza tenere conto della configurazione complessiva, ciò accade anche nell'osservazione del volto di chi si relaziona con il bambino. Reagiscono con ansia a qualsiasi cambiamento imprevisto infatti provano piacere nel ripetere semplici azioni o percorsi e preferiscono che le attività quotidiane seguano una routine aumentando la prevedibilità degli eventi. Ciò potrebbe ostacolare il loro sviluppo e l'adattamento dell'individuo in quanto viene a mancare l'esperienza data dal presentarsi di nuove situazioni (2).

Caratteristici, specialmente in situazioni di stress e difficoltà, sono i manierismi motori e i movimenti ripetitivi e stereotipati come lo "sfarfallamento" delle mani lateralmente alla testa o alle spalle oppure le inconsuete contrazioni dei muscoli facciali. Altri sintomi motori spesso presentati dai bambini con autismo consistono nel ritardo nell'acquisizione delle tappe motorie che sono comunque anomale, difficoltà nell'organizzazione dei movimenti in modo fluido e coordinato apparendo scoordinati, goffi, maldestri, con impaccio motorio, iperattivi e incapaci di completare contemporaneamente compiti motori differenti. Sono presenti delle asimmetrie posturali sia in posizione supina sia nel cammino che spesso avviene in punta. Anche le performance di balance e controllo posturale risultano compromesse (1) (2).

Il primo a introdurre il concetto di autismo nell'età evolutiva fu Leo Kanner, psichiatra austriaco, il quale si trovò a descrivere undici bambini con psicosi infantile che presentavano una sintomatologia molto caratteristica distinguendoli dalle altre condizioni psichiatriche. Egli identifica nove sintomi caratteristici dei disturbi dello spettro autistico: incapacità di relazione sociale, abilità linguistica sviluppata in ritardo e senza funzioni comunicative con ecolalia e inversione dei pronomi personali, repertorio di interessi ristretto o eccessivamente intenso, potenzialità cognitive, panico per alcuni rumori e per oggetti in movimento, disturbi dell'alimentazione e della coordinazione motoria presentando una deambulazione goffa e impaccio motorio. Due sintomi sono materia di dibattito: l'associazione fra l'autismo e lo status socio – economico dei genitori e l'assenza di anomalie fisiche. Kanner riteneva l'autismo fosse più frequente nelle famiglie di ceto alto ma si pensa sia un'associazione dovuta alla maggiore possibilità di intraprendere un corretto percorso diagnostico. Inoltre è stato dimostrato che l'autismo sembra essere associato ad anomalie fisiche come una lieve macrocefalia o ad un fisico significativamente più grande rispetto agli altri bambini (2).

Inizialmente si presupponeva che l'autismo fosse un disturbo raro ma negli ultimi anni le ricerche riportano valori di incidenza di un bambino autistico ogni mille (2). Questo aumento potrebbe essere attribuito sia all'emancipazione della popolazione la quale ha maggior accesso alle strutture socio – sanitarie e ai percorsi diagnostici, sia alle ricerche e ai progressi della medicina che hanno permesso da una parte di redigere e rielaborare i criteri diagnostici rendendoli sempre più specifici, dall'altra di ideare degli strumenti di screening molto sensibili alla formulazione di un sospetto diagnostico di autismo a pochi mesi dalla nascita.

Scopo del presente progetto è quello di verificare in letteratura se una presa in carico fisioterapica precoce possa portare, attraverso l'esercizio motorio, ad un miglioramento degli aspetti motori, con impatto positivo sull'ambito relazionale, sociale e comportamentale garantendo uno sviluppo e adattamento del bambino più adeguato e quindi la migliore qualità di vita possibile.

CAPITOLO 1: EZIOPATOGENESI ED EPIDEMIOLOGIA

1.1 Eziopatogenesi

Fino agli anni novanta si pensava che l'origine dell'autismo fosse di natura psicodinamica o psicosociale ma grazie ai progressi della medicina e della ricerca, è avanzata l'idea che l'autismo non dipenda né dal ceto sociale di appartenenza né dalle esperienze sociali bensì da fattori neurobiologici (1) (2).

Ad oggi si definisce l'autismo come un disturbo ad eziologia multifattoriale e sono state formulate varie ipotesi eziopatogenetiche (1).

Poiché le tecniche di neuroimaging sono sempre più precise, è stato possibile rilevare dallo studio di encefali di persone con autismo anomalie riguardanti diverse strutture in termini di volume, densità e organizzazione funzionale delle cellule cerebrali e di flusso sanguigno. Sussiste un'associazione positiva, già evidenziata da Kanner, tra l'autismo e la macrocefalia senza però avere influenza sulla severità dei sintomi. Ci sono tre teorie che giustificano le anomalie nei processi di crescita, di differenziazione morfologica e di selezione dei neuroni: si formano nuovi dendriti e nuove connessioni sinaptiche in aggiunta a quelle già fisiologicamente presenti, la regolazione dell'apoptosi neurale è deficitaria oppure si attribuisce la causa ad un insufficiente processo di pruning ossia quel processo di selezione ed eliminazione delle sinapsi e dei dendriti che risultano inutili o dannosi per alcune funzioni mentali che quindi si riorganizzano in modo atipico.

Nella corteccia cerebrale si registrano sia una riduzione del flusso sanguigno a riposo sia delle variazioni dei lobi frontali responsabili di molti sintomi autistici riguardanti il comportamento motorio, sociale e comunicativo.

Le disfunzioni dei lobi temporali e parietali spiegano, anche se la correlazione è ancora dubbia, la difficoltà dei bambini nell'elaborazione delle informazioni che riguardano gli oggetti, le loro parti e la configurazione complessiva, dei volti e delle rappresentazioni mentali relative alle intenzioni e gli stati mentali altrui. Un loro malfunzionamento in entrambi gli emisferi potrebbe essere la base neurale di molte difficoltà sociali, comunicative e cognitive.

L'amigdala è una delle strutture cerebrali maggiormente colpite nell'autismo con conseguenti anomalie nell'attenzione selettiva, nella capacità di riconoscimento emotivo, nella comprensione degli stati mentali e nell'interazione sociale.

Gli studi di Hampson, et al. (3), di Stoodley (4) e di Varghese, et al. (5) hanno rilevato un'ipoplasia del cervelletto e un numero di neuroni presenti ridotto che potrebbero spiegare la scarsa coordinazione motoria, la deambulazione goffa o bizzarra, l'alterazione dei processi cognitivi, dell'attenzione e della capacità di integrazione sensoriale. Altre analisi sono state condotte su altre strutture come per esempio il corpo calloso e il tronco cerebrale, evidenziando un minor sviluppo dendritico, una densità cellulare ridotta e quindi dimensioni inferiori rispetto alla norma (2)

Il 25 – 30% dei bambini autistici va incontro, nel corso della loro vita, ad episodi epilettici con conseguenze permanenti nelle varie strutture cerebrali influenzandone il corretto sviluppo (1).

Tra le varie ipotesi eziopatogenetiche si attribuisce importanza alle modificazioni riscontrate nei neurotrasmettitori. In particolar modo si sostiene l'ipotesi che l'autismo possa esser causato da un'iperattività del sistema dopaminergico in quanto è emerso un reale coinvolgimento delle strutture dopaminergiche nel disturbo e i farmaci agenti sulla dopamina hanno riportato miglioramenti sulla sintomatologia. Inoltre la terza area dei criteri diagnostici internazionali riportati dal DSM – V fa

riferimento all'eventuale presenza di interessi ristretti, stereotipie motorie, attenzione per i dettagli, fissazione rigida su alcune tipologie di informazione, difficoltà nella comprensione sociale e psicologica, diminuzione del gioco sociale, tendenza all'isolamento sociale che sono tutte anomalie conseguenti ad una eccessiva attivazione dopaminergica anche se rimane controversa l'entità dello squilibrio della dopamina rispetto alla gravità del disturbo presentato (2).

Sono state documentate, non in modo univoco, alterazioni anche nel metabolismo della serotonina con aumento dei suoi livelli nel sangue, e nel sistema degli oppioidi endogeni i quali vengono eccessivamente prodotti (1).

Assodata è l'ipotesi che l'insorgenza dell'autismo possa trovare delle spiegazioni su base genetica nonostante rimangano ignoti i geni responsabili e quanto questi possano contribuire al processo di eziopatogenesi. Rimane tuttora sconosciuta la modalità di trasmissione ma, poiché l'autismo presenta una miriade di sintomi molto eterogenei, la trasmissione poligenica rimane la più plausibile (2).

Non meno impattanti nell'eziopatogenesi sono la copresenza di fattori prenatali e perinatali. È ormai risaputo che i farmaci assunti o le infezioni incontrate dalle madri durante la gravidanza rappresentino un fattore di rischio significativo per l'insorgenza di varie patologie, tra queste anche l'autismo.

Tra i fattori perinatali rientra l'ordine di nascita: la percentuale di bambini autistici è nettamente maggiore fra i primogeniti, ciò potrebbe trovare interpretazione nella maggiore difficoltà e stress al momento del parto (2).

1.2 Epidemiologia

La diagnosi di Autismo si basa sui criteri diagnostici riportati nei due sistemi nosografici codificati: il Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM, dell'Associazione Americana degli Psichiatri e l'International Classification of Diseases, ICD, dell'Organizzazione Mondiale della Sanità. Gli esperti, quindi, hanno cercato di redigere i criteri diagnostici senza tenere conto delle cause ma descrivendo le caratteristiche cliniche e di decorso che si potrebbero presentare nel corso del processo di sviluppo del bambino. Nonostante il problema della grande variabilità delle manifestazioni cliniche del comportamento autistico nei diversi pazienti sia in termini quantitativi (grado di severità della patologia) che qualitativi (modalità espressive diverse tra i vari soggetti), il DSM prevede un'unica categoria denominata "Disturbi dello Spettro dell'Autismo" senza più differenziarli in "Disturbo Autistico" e in "Disturbi Pervasivi dello Sviluppo" (6).

In passato l'Autismo era considerato un disturbo raro mentre al giorno d'oggi si stima che il valore della prevalenza vari da 1 caso ogni 285 a 1 caso ogni 140 soggetti rappresentando il maggiore aumento di prevalenza riscontrato fra tutti i disturbi mentali (6).

Rimane quindi sicura l'eziologia multifattoriale ma poi ci si interroga se questo aumento sia dovuto ad una reale diffusione del disturbo oppure lo si può collegare ad un cambiamento radicale nei criteri diagnostici e nelle metodologie di screening, nelle maggiori capacità di riconoscimento della sintomatologia autistica, nel progressivo ampliamento del concetto di ASD (2) (7).

Come sostiene la psicologa tedesca Uta Frith *“il quadro definitivo delle cause e degli effetti sarà alla fine portato alla luce, ma a questo grandioso arazzo devono ancora lavorare molte mani”*.

CAPITOLO 2: IL PROFILO MOTORIO DEL BAMBINO CON AUTISMO

Spesso i bambini che ricevono diagnosi di disturbo dello spettro autistico presentano nei primi mesi, a volte fin dalla nascita, anomalie motorie che diventano via via sempre più evidenti.

Il Disturbo dello Spettro Autistico viene considerato una sindrome che presenta quindi un'ampia variabilità di manifestazioni di varia gravità e non sempre riscontrabili in tutti i bambini.

Al giorno d'oggi la letteratura si sta impegnando nel delineare un loro profilo motorio con il fine ultimo di facilitare la valutazione clinica, la scelta degli obiettivi terapeutici e il trattamento più adeguato da parte del fisioterapista pediatrico. Dal punto di vista motorio, le deviazioni maggiormente riscontrate sono: ritardo nel raggiungimento delle tappe dello sviluppo, alterazioni nel pattern del cammino, presenza di stereotipie motorie, deficit di controllo posturale e dell'equilibrio, difficoltà nella coordinazione fine e grossolana, difficoltà nei movimenti di presa e nella scrittura.

2.1 Il ritardo nel raggiungimento delle tappe motorie

Osservando i neonati che hanno ricevuto poi la diagnosi di autismo, è stato possibile rilevare il mantenimento prolungato di posture asimmetriche in posizione sia supina che prona e sembrano essere presenti, in alcuni bambini, dei lineamenti del viso caratteristici, specialmente della bocca la quale presenta il labbro inferiore piatto e quello superiore arcuato.

Nei bambini con autismo, il rotolamento non sempre viene acquisito entro i 6 mesi e l'ordine di esecuzione sembra essere invertito con il movimento che parte dalla rotazione del capo anziché dallo svincolo pelvico. Alcuni bambini non riescono a portarlo a termine se posizionati supini ma riescono in modo “passivo”, inerziale, se posti sul fianco in quanto, con un minimo movimento della testa superano definitivamente la linea mediana lasciandosi cadere; altri invece non acquisiscono affatto la capacità del rotolamento.

A 6 mesi, non tutti i bambini con ASD riescono a mantenere la posizione seduta stabile e non hanno ancora sviluppato tutte quelle reazioni di equilibrio e paracadute necessarie a proteggerli da un'eventuale caduta. Quando sono seduti spesso mostrano una mal distribuzione del carico e

difficoltà di fissazione prossimale con conseguente caduta durante il movimento di raggiungimento degli arti superiori.

Il gattonamento è una tappa molto importante da raggiungere poiché rappresenta una delle possibilità di spostamento di cui il bambino può disporre diversa dal rotolamento. Anche qui sono emerse atipie: inadeguato sostegno nelle braccia con necessità di appoggiare gli avambracci anziché le mani, fatica nello svincolo del cingolo superiore, asimmetrie riguardanti gli arti inferiori nell'avanzamento con tendenza ad avanzare correttamente con un arto inferiore strascinando l'altro o aiutandosi con l'appoggio del piede tenendo la gamba verticale.

La stazione eretta viene raggiunta con appoggio e mantenuta per lunghi periodi; ciò differisce dai bambini con sviluppo tipico perché loro raggiungono la posizione, la mantengono per poco tempo e poi tornano seduti continuando a svolgere le loro attività. Tale acinesia potrebbe far ipotizzare la presenza di autismo (8).

2.2 Il pattern del cammino

Il cammino autonomo viene raggiunto ma le asimmetrie persistono e sembrano riflettere la presenza di un'asimmetria emisferica atipica che è intrinseca al processo patologico di sviluppo cerebrale (9). Per di più, la letteratura suggerisce la presenza di una correlazione diretta tra la gravità dei deficit cognitivi e il pattern dell'andatura. Si possono riscontrare differenze negli atteggiamenti posturali degli arti superiori, rigidità degli avambracci durante la deambulazione oppure la persistenza di stereotipie motorie come il battito delle mani o delle braccia sul tronco o sulle gambe (8) (9). Anche dopo i due anni il pattern del cammino può risultare ancora immaturo assumendo il carattere di "andatura ondeggiante": persiste la difficoltà nello spostare il carico sull'arto inferiore in stance eseguendo contemporaneamente lo swing con l'altro arto con maggiori oscillazioni posturali nelle direzioni anteroposteriore che mediolaterale (8) (10).

La revisione di Kindregan, et al. (11) ha come oggetto l'analisi specifica del cammino di bambini con autismo confrontandolo con un gruppo di bambini con sviluppo tipico; è emerso un aumento della base d'appoggio che ovvia il problema dell'instabilità, una ridotta lunghezza e maggiore larghezza del passo oltre che un tempo di appoggio superiore rispetto a quello riscontrato nel gruppo controllo. La cadenza (passi/min) è aumentata: essi tendono a procedere con tanti piccoli passi mentre la velocità del cammino è leggermente inferiore. Per quanto riguarda l'ampiezza di movimento, i risultati sono contrastanti: il movimento attivo della caviglia in dorsiflessione e del ginocchio in estensione sono ridotti a discapito di una maggiore flessione di anca e flessione plantare infatti la prevalenza del cammino in punta è alta. Questa poca variabilità di movimento, se non correttamente trattata, può portare ad una minore lunghezza dei muscoli flessori di anca e plantiflessori che quindi non riescono

a generare la stessa forza rispetto ai coetanei sani; oltretutto si sottolinea l'importanza del trattamento di tale quadro clinico con l'obiettivo sia di prevenire retrazioni permanenti ma anche di favorire l'acquisizione di maggiori afferenze sensoriali provenienti dal contatto del tallone al suolo. Tutto ciò si aggiunge al quadro di ipotonia generalizzata riscontrabile in circa un terzo dei bambini con asd. Non è stato abbastanza indagato il range di movimento passivo quindi non è possibile specificare se tale pattern di andatura sia dovuto ad una reale limitazione del movimento o ad una maggiore rigidità e quindi minore frammentazione dell'arto inferiore (11).

Nello sviluppo tipico, il bambino acquisisce abilità motorie fini e grossolane contemporaneamente alle abilità linguistiche, prelinguistiche ed espressive. Infatti più i bambini crescono e incrementano le abilità motorie grossolane, più diventano capaci di esplorare il mondo che li circonda in modi diversi favorendo l'apprendimento delle caratteristiche degli oggetti che possono diventare strumenti di gioco e di relazione linguistica con i caregivers e/o con i coetanei. Si deduce quindi che l'interruzione o il ritardo dello sviluppo motorio, tanto più se questo avviene precocemente, potrebbe ripercuotersi sul normale sviluppo del linguaggio (12).

Lo studio di MacDonald et. al (13) ha evidenziato come le capacità motorie dei bambini con autismo siano legate, non solo allo sviluppo del linguaggio ma anche all'acquisizione delle abilità comunicative e sociali supportando ancora una volta l'ipotesi che le abilità motorie debbano essere parte integrante nella programmazione dell'intervento precoce (13).

2.3 Il controllo posturale

L'integrità del sistema di controllo posturale è fondamentale per potere pianificare la coordinazione dei movimenti volontari, per mantenere una condizione di equilibrio sia statico che dinamico utile al funzionamento sociale o per far fronte ad una condizione improvvisa di instabilità più o meno marcata. Il controllo posturale si basa sull'integrazione senso – motoria che, per essere efficiente, deve prevedere una corretta sincronia tra i sistemi vestibolare, visivo e propriocettivo; questa risulta essere compromessa nei bambini con autismo con conseguente precarietà del controllo posturale e aumento del rischio di caduta e delle difficoltà sociali.

Considerando i tre sistemi cardine, sono state riscontrate diverse criticità: scarsa acuità visiva soprattutto in condizioni di scarsa illuminazione, livelli inferiori di sensibilità tattile e propriocettiva, tempi di reazione maggiori confermando l'ipotesi di lentezza nell'elaborazione centrale, deficit muscolari e di equilibrio soprattutto a occhi chiusi con aumento dell'oscillazione posturale (14). La mancata acquisizione di un buon controllo posturale a 18 mesi, specialmente nella posizione seduta, costringe il bambino ad investire le sue energie fisiche e mentali nel mantenere la stabilità e l'equilibrio piuttosto che nello sviluppare un linguaggio espressivo che gli permetta di entrare in

relazione con i genitori o le persone che lo circondano con minori possibilità di socializzazione e partecipazione generale (12) (15).

Confrontando i bambini con autismo e con sviluppo tipico in compiti di cattura della palla, si nota una compromissione della componente anticipatoria che è molto importante per il mantenimento dell'equilibrio durante il movimento degli arti che risulta quindi impreciso (16). I deficit di controllo posturale, in assenza di diagnosi definitiva di autismo, potrebbero essere fattori predittivi (17).

2.4 Le stereotipie motorie

Le stereotipie motorie rientrano nei criteri diagnostici riportati dal DSM - IV ma non sono sufficienti nel diagnosticare il ASD perché potrebbero essere comuni anche ad altri disturbi dello sviluppo quali il deficit di attenzione – iperattività e ritardo cognitivo.

Si tratta di movimenti afinalistici che sono facilmente eccitabili in situazioni di eccitazione, ansia, isolamento sensoriale o di fronte a richieste sociali complesse ma possono essere volontariamente soppressi per un certo periodo di tempo. Con lo sviluppo e la crescita del bambino tendono a regredire, tuttavia in alcuni di loro persistono negli anni.

Esse possono avere molteplici manifestazioni, solitamente senza carattere autolesionistico e dirette verso il bambino stesso; le più caratteristiche sono il picchiare o sbattere le mani, variazioni dell'andatura ma sono state riportate stereotipie che riguardassero anche il viso, testa/tronco come lo scricchiolare o l'inclinare ripetutamente la testa da un lato e dall'altro, braccio/gamba o anomalie visive come ad esempio la persistenza dello sguardo volto lateralmente o la fissazione ravvicinata delle dita o parti di oggetti. Possono essere ritmiche, unilaterali, bilaterali o assiali.

Come per l'andatura, la letteratura supporta l'ipotesi che ci sia una correlazione diretta tra la gravità delle stereotipie, dell'autismo e del deficit cognitivo: la presenza di un alto numero di stereotipie rimanderebbe ad un quadro clinico grave con conseguenti ripercussioni negative sulla capacità di comunicare e socializzare (18).

2.5 La coordinazione motoria

All'autismo vengono associate problematiche nella coordinazione motoria fine e grossolana, nella pianificazione ed esecuzione di movimenti complessi che risultano poi goffi e maldestri; è compromessa anche l'imitazione che è un processo molto importante nello sviluppo della comunicazione del bambino, nella corretta costruzione del sé e della propria sfera sociale che coinvolge il sistema dei neuroni a specchio (19) (20) (21) (22). Tale sistema, oltre ad essere alla base dell'apprendimento sia delle abilità motorie grossolane sia di socializzazione, entra in gioco nella comprensione dei pensieri, delle intenzioni e delle emozioni altrui che sono elementi fondamentali

per un buon sviluppo affettivo, sociale e comunicativo. Nei bambini con autismo è stata riscontrata una sua attivazione inefficace e sembrerebbe esserci una correlazione diretta tra la gravità della disfunzione e la gravità della sintomatologia autistica quindi tra il livello di capacità motoria grossolana e la capacità di socializzare (22).

2.6 I movimenti di presa, di manipolazione e di scrittura

Per quanto riguarda il movimento di presa e manipolazione, lo studio di Campione, et al. (23) propone un'accurata analisi cinematica del movimento eseguito da bambini con e senza autismo nel tentativo di comprendere se la compromissione dell'esecuzione dell'azione nei bambini con autismo dipenda da alterazioni dei meccanismi di feedforward o di controllo basati sul feedback.

Nella fisiologia, il movimento è corretto quando i meccanismi di programmazione motoria quindi di feedforward (fase di accelerazione e raggiungimento) e di controllo ossia di feedback (fase di decelerazione) lavorano in modo efficiente e sinergico.

I bambini con autismo hanno impiegato maggior tempo nella fase di raggiungimento della massima velocità e accelerazione, mancano della modulazione dei vari parametri del movimento al variare delle dimensioni e delle caratteristiche dell'oggetto target suggerendo una compromissione dei meccanismi di feedforward. Non essendoci differenze nei tempi di decelerazione, si può presupporre che i meccanismi a feedback siano intatti ma ciò non è molto chiaro perché i bambini con ASD potrebbero usufruire del feedback visivo per compensare le loro difficoltà di controllo (23).

Per quanto riguarda la presa e la manipolazione, contro ogni aspettativa, non ci sono evidenze che i meccanismi siano compromessi (23).

Lo studio di Forti (24) non ha riportato differenze significative tra il gruppo sperimentale e di controllo per quanto riguarda la compromissione dei sistemi analizzati ma si consideri che il compito richiesto è completamente diverso (24). Ciò fa ipotizzare che la prestazione motoria e il grado di compromissione dei meccanismi dipenda fortemente dalla complessità della richiesta e dal contesto circostante, variabili importanti che il fisioterapista deve considerare nella pianificazione del trattamento (23).

Lo studio di F. J. David et. al (25) si è occupato dell'analisi dell'impugnatura di precisione, azione fondamentale per gran parte dei compiti motori adattivi che risultano difficoltosi per i bambini con autismo come per esempio l'abbottonatura o l'allacciarsi le scarpe. L'impugnatura prevede una coordinazione tra la forza di carico fornita dalla parte prossimale della spalla e del braccio, e la forza di presa della muscolatura di avambraccio e mano. Per una presa efficace ed efficiente ci deve essere una buona coordinazione temporale tra la muscolatura prossimale e distale dell'arto superiore.

Nei bambini con autismo si rileva una incoordinazione temporale nel controllo motorio (25).

Un compito molto importante ma altrettanto difficoltoso per il bambino con autismo nell'espressione di sé, nella comunicazione e nella partecipazione alle varie attività scolastiche è la scrittura. I deficit nella scrittura sono identificabili nelle compromissioni delle funzioni, interagenti tra loro, di controllo motorio fine, di integrazione visivo motoria e di cinestesia. Riguardo al controllo motorio fine, si richiede al bambino una manipolazione fine e ben modulata dello strumento usato per scrivere affinché i simboli prodotti siano comprensibili e adatti al contesto di scrittura, una buona destrezza manuale, presa e manipolazione della mano, un tono e forza muscolare adeguate e capacità di pianificazione e di selettività del movimento. La prevalenza di deficit nelle abilità motorie e destrezza manuale è elevata nei bambini con autismo comportando la stesura di un testo illeggibile con una grafia che richiede molto tempo. Oltre a queste difficoltà, il bambino con autismo presenta un problema di disprassia specifico che porta a goffaggine (26) (27).

Difficoltosa è soprattutto l'integrazione visuo – motoria ossia la capacità di integrare immagini visive di lettere o forme con le corrispondenti risposte motorie quindi la coordinazione tra la percezione visiva e i movimenti fini della mano e delle dita.

Altro dominio chiave per una buona riuscita nel compito della scrittura è rappresentato dalla cinestesia e la percezione degli arti nello spazio oltre a tutte le informazioni pressorie e tattili ricavate tramite il tatto. La cinestesia permette al soggetto di regolare il movimento in tutti i suoi parametri e correggere gli errori. Difficoltà nella percezione impediscono l'automazione della scrittura che viene compensata con una presa inefficace o con un maggiore aiuto visivo (26).

Una migliore grafia potrebbe rappresentare, in accordo con i genitori, un obiettivo terapeutico rilevante ai fini della partecipazione del bambino e il suo raggiungimento implicherebbe un lavoro di equipe tra il fisioterapista e il terapeuta occupazionale che, nel rispetto delle proprie competenze, potrebbero individuare le migliori strategie riabilitative e compensatorie da mettere in atto.

Oltre a tutte le difficoltà motorie principalmente riscontrate che possono limitare l'attività ludica e quindi la socializzazione e partecipazione del bambino, bisogna assolutamente tenere conto dell'impatto emotivo e psicologico che ha la patologia sul bambino stesso infatti egli potrebbe avere una bassa autostima e poca fiducia nelle proprie potenzialità residue.

Ciò nonostante non si può affermare con assoluta certezza che la presenza della compromissione motoria possa essere predittiva della scarsa capacità di socializzazione del bambino quindi si sottolinea l'importanza della presa in carico individuale e personalizzata che si basi sui suoi punti di forza al fine di facilitare la partecipazione attiva alle attività quotidiane (22) (28).

CAPITOLO 3: ATTIVITÀ FISICA ED ESERCIZIO TERAPEUTICO

3.1 L'attività fisica

Secondo l'OMS, Organizzazione Mondiale della Sanità, per attività fisica si intende ogni movimento corporeo prodotto dai muscoli scheletrici che comporti un dispendio energetico; essa, oltre a migliorare lo stato di salute quindi il benessere muscolare, cardiorespiratorio, osseo e funzionale del soggetto, viene utilizzata come mezzo per la prevenzione primaria delle malattie non trasmissibili quali patologie cardiovascolari, obesità, tumori, diabete, depressione, rischio di cadute e possibili episodi di frattura che ne potrebbero conseguire (29).

Il Consiglio d'Europa a Rodi nel 1992 definisce lo sport come una qualsiasi forma di attività fisica che, mediante una partecipazione organizzata o meno, abbia come obiettivo il miglioramento delle condizioni fisiche e psichiche, lo sviluppo delle relazioni sociali o il conseguimento di risultati nel corso di competizioni a tutti i livelli (30). Tale concetto non va confuso con il termine "esercizio fisico" il quale rappresenta una sottocategoria dell'attività fisica con le caratteristiche di pianificazione, strutturazione, ripetizione che ha lo scopo ultimo di mantenere o migliorare uno o più aspetti dell'adattabilità fisica nel soggetto senza disturbi quindi sano (29).

3.2 L'esercizio terapeutico

Con "esercizio terapeutico" si fa riferimento ad una specifica tipologia di esercizio basato sull'evidenza scientifica e sostenuta dal modello biopsicosociale della funzione umana.

Esso rappresenta una metodica fisioterapica la quale prevede l'istruzione del paziente all'esecuzione di esercizi che allenano i sistemi corporei risultati maggiormente compromessi all'esame obiettivo con lo scopo di favorire la guarigione del tessuto danneggiato recuperando una condizione di salute generale ottimale (31) (32).

L'esercizio terapeutico, oltre al ripristino della funzione persa, rappresenta uno strumento di fondamentale importanza per la prevenzione e la riduzione dei rischi legati alla salute (33) (34) (35). In ottica biopsicosociale, l'esercizio terapeutico presenta un aspetto psicologico importante in quanto contribuisce a rendere il paziente consapevole della sua parte attiva e centrale durante tutto il percorso di riabilitazione consentendogli sia di raggiungere gli obiettivi posti in minor tempo, ma anche di imparare come gestire i propri sintomi, il proprio corpo e il proprio stato di salute limitando il rischio di recidiva. Inoltre è stato dimostrato che l'esercizio in senso lato comporta miglioramenti della funzione cognitiva rallentandone il decadimento grazie alla dopamina, un neurotrasmettitore endogeno la cui produzione può essere stimolata dall'attività motoria ed è responsabile della regolazione di alcune aree legate alla memoria (36).

Ogni esercizio è caratterizzato da una precisa posologia in termini di volume, intensità, tipologia e durata della contrazione che deve tenere conto della soglia del dolore e della sua latenza; a seconda dell'obiettivo, esso è costituito da cinque fattori più o meno rilevanti che sono la forza, la velocità, la resistenza, la coordinazione e la mobilità. Queste skills permettono il miglioramento della capacità motoria globale del paziente pertanto sarà compito del professionista individuare quali tra queste sia la più determinante nel provocare la limitazione funzionale creando la situazione di disabilità in modo tale da programmare una progressione di esercizi che sia il più adatto possibile alle esigenze individuate dal paziente (34).

Gli esercizi possono riguardare i molteplici aspetti della funzione fisica come il controllo posturale e la stabilizzazione, l'equilibrio e la propriocezione, la funzione cardiopolmonare con interventi riguardanti la respirazione e il rilassamento, il condizionamento aerobico, la performance muscolare allenando i parametri di forza, potenza, resistenza e agilità, il controllo neuromuscolare, la coordinazione, la mobilità e flessibilità con esercizi di mobilizzazione e allungamento (35).

3.3 L'intervento fisioterapico nel bambino

L'intervento fisioterapico nel bambino mira ad "abilitare" piuttosto che a "riabilitare" in quanto nelle patologie dell'età evolutiva come ad esempio i Disturbi dello Spettro Autistico, non si assiste ad una perdita improvvisa o graduale della funzionalità bensì ad un percorso di sviluppo che si discosta dalla fisiologia (6). La clinica israeliana specializzata nel trattamento di questa patologia propone un modello riabilitativo basato su un sistema teorico dinamico in grado di enfatizzare l'interazione tra i fattori propri del bambino, quelli ambientali ed il compito richiesto con lo scopo ultimo di migliorare la funzione e i comportamenti esplorativi promuovendo il più alto grado di autonomia e partecipazione alla vita quotidiana.

Inoltre, l'intervento stesso dovrebbe essere condotto sulla base dei punti di forza del bambino così da aiutarlo a superare le sue difficoltà sociali e comunicative tenendo sempre conto delle caratteristiche generali del processo di crescita e quelle peculiari della patologia quali l'entità della sintomatologia, l'eventuale presenza di disturbi associati, il profilo funzionale (6) (37).

Al giorno d'oggi però la letteratura propone pochi interventi motori per i bambini con autismo e non sono ancora presenti chiare indicazioni riguardanti la posologia dell'esercizio e quali proposte riabilitative siano le più efficaci. Dagli articoli Atun – Einy O, et al. (37) e Wong VC, et al. (38) si evidenziano elementi interessanti che potrebbero guidare il fisioterapista nella costruzione di un'adeguata proposta riabilitativa. Dopo un'accurata valutazione delle abilità motorie del bambino, si propongono interventi individualizzati per facilitare l'individuazione del bisogno del bambino e usarlo come scopo per favorire il movimento e l'apprendimento motorio. Il programma deve

prevedere l'acquisizione delle abilità motorie fini e grossolane deficitarie che comportano un miglioramento dell'indipendenza funzionale all'interno della famiglia e della società e la riduzione dei vincoli fisici intrinseci alla patologia attraverso un'adeguata preparazione del setting.

Per poter essere più accessibile al bambino e creare meno ansia possibile, la sessione riabilitativa deve essere regolare e ben strutturata. Si inizia con una “cerimonia di apertura” che consiste nell'andare in stanza, togliere le scarpe e nella presentazione del setting; a seguire si propongono le varie attività che possono essere passive come l'organizzazione sensoriale o la variazione di tono attraverso la mobilitazione, attive – assistite come il sistemare la stanza per poi concludere con attività attive proposte in modalità di gioco, di volta in volta analizzato e adeguato, con l'obiettivo di allineare, di incrementare la forza muscolare, di perfezionare le abilità motorie fine o di performare nuovi task motori. Si consideri che il gioco è indispensabile per lo sviluppo delle competenze cognitive, motorie, sensoriali, affettive e sociali infatti attraverso di esso il bambino impara a dominare e conoscere il suo corpo e le sue funzioni, a orientarsi nello spazio e nel tempo, a manipolare e costruire, a padroneggiare delle strategie per far fronte alle novità e alle difficoltà, a pianificare i propri comportamenti in base al contesto e alle richieste, a stabilire relazioni con gli altri e a comunicare (6) (39) (37) (38). La sessione termina con una “cerimonia di chiusura”, anch'essa fissa, strutturata e funzionale al contesto. Successivamente si possono inserire i bambini con autismo in attività di gruppo nei quali verranno comunque suddivisi in base ai loro livelli di performances e alle alterazioni comportamentali presenti. Stare in gruppo per loro è importante perché migliora la motivazione per il movimento attraverso l'osservazione e l'imitazione da parte dei pari, favorisce l'interazione con i coetanei, l'accettazione sociale e l'integrazione nella vita quotidiana (6) (37).

CAPITOLO 4: L'IMPORTANZA DELLA PRESA IN CARICO PRECOCE E INTERVENTO MOTORIO

4.1 I fenomeni di neuroplasticità cerebrale nel bambino

Negli ultimi decenni, la ricerca neuroscientifica ha iniziato a studiare ed esaminare la plasticità cerebrale ossia la capacità adattativa del sistema nervoso centrale durante il suo periodo di sviluppo, ma anche durante la vita adulta specialmente a seguito di danno cerebrale. Il cervello presenta un insieme di cellule cerebrali, i neuroni, capaci di variare la loro struttura, organizzazione e funzionalità in base al tipo di esperienza dell'individuo con l'ambiente. Quindi la plasticità neuronale rappresenta la base per l'apprendimento di nuovi comportamenti e del ri – apprendimento infatti, attraverso la riabilitazione, il cervello danneggiato riapprende il comportamento andato perso a seguito dei danni che hanno interessato la circuiteria neuronale (40) (41). La plasticità è maggiore nei bambini rispetto

agli adulti infatti tutti i bambini, indipendentemente da come sia stato lesionato il cervello, presentano un rimodellamento della circuiteria neurale costante e ciò permette la codifica dell'esperienza e l'apprendimento di nuove competenze adattive. Pertanto attraverso la riabilitazione si può indurre neuroplasticità esperienza – dipendente in maniera precoce andando a ripristinare il più possibile tutte quelle funzioni perse; per essere efficace, l'intervento riabilitativo deve essere individualizzato a seconda del bambino il quale viene coinvolto attivamente, della sede e tipologia di lesione, del background socio – familiare e dell'ambiente circostante che deve essere il più arricchito possibile (42). È utile comprendere i principi base della plasticità neurale che entrano in gioco sia nel cervello sano che in quello danneggiato per indirizzare meglio il percorso riabilitativo ottenendo i migliori outcome possibili, massimizzando l'indipendenza funzionale e la qualità di vita riducendone gli stress familiari (40) (7).

I circuiti neuronali che non vengono più utilizzati nel tempo per deprivazione ambientale o a seguito di lesione centrale, diventeranno funzioni perse per sempre (*use it or lose it*); da qui si intuisce l'importanza della presa in carico riabilitativa precoce entro i 2 – 3 anni di vita (*age matters*) e continua nel tempo (*time matters*) in quanto permette sia di affrontare i ritardi e le atipicità dello sviluppo che si manifestano nel corso della crescita, sia di favorire l'apprendimento di nuove abilità che di mantenere l'uso regolare di quelle già apprese perfezionandole sempre più (*use it and improve it*) (41) (42) (7).

Purtroppo però i principali studi sulla plasticità prendono in considerazione adolescenti e/o la popolazione adulta escludendo i bambini a causa della complessità delle richieste oggetto di studio ma anche dell'arrivo tardivo della diagnosi che non consente sempre una presa in carico precoce (42).

Un principio molto importante che ha rivoluzionato negli anni il concetto di riabilitazione ponendola nell'ottica funzionale, è la *specificity*. È stato dimostrato che la plasticità neuronale e i cambiamenti del comportamento dipendono da esperienze specifiche di apprendimento: più il compito richiesto è specifico, maggiore è la neuroplasticità indotta e l'area corticale dedicata a quel determinato compito quindi si cerca di proporre un training che sia specifico sui compiti della vita quotidiana che i bambini e/o i genitori desiderano o necessitano (42). È altresì importante considerare che *repetition* e *intensity* sono anch'essi cruciali nell'indurre neuroplasticità.

Si tenga conto che i bambini piccoli si affaticano precocemente e necessitano il riposo ragion per cui i genitori rivestono un ruolo importante nel proseguire con la riabilitazione anche a casa durante la loro routine quotidiana (42).

Una ridotta motivazione per l'interazione sociale o per lo svolgimento del compito richiesto unita alla caratteristica eccessiva selettività negli interessi comporta, nel bambino autistico non trattato, grosse probabilità di perdere occasioni di apprendimento che sono fornite dalla famiglia e dal rapporto con

i coetanei. Proprio per questo ai bambini con disabilità devono essere proposte attività divertenti e significative per loro (*saliency*). La riabilitazione parte dagli interessi mostrati e dai giochi preferiti tenendo sempre in considerazione gli obiettivi che vorrebbero raggiungere i genitori e il terapeuta.

Il setting terapeutico ma soprattutto l'ambiente domiciliare, devono essere allestiti in maniera tale da essere il più possibile arricchiti di stimoli motori, sensoriali, cognitivi e sociali per l'infante per favorire il recupero e l'apprendimento cerebrale. Si deve propendere all'inclusione del bambino con autismo nelle scuole promuovendo l'instaurarsi di relazioni significative con i coetanei con sviluppo tipico con conseguente generalizzazione delle abilità apprese e a migliori competenze adattive (7) (42) (43).

4.2 La presa in carico precoce

I disturbi dello spettro autistico influenzano in maniera negativa sullo sviluppo cerebrale fin dalla nascita con alterazioni dell'attenzione, del coinvolgimento sociale, del funzionamento sensoriale e motorio impattando negativamente sulle esperienze future dal punto di vista qualitativo e quantitativo (41).

Pertanto sfruttando la plasticità infantile, esponendo a precocissima stimolazione e ad ambienti arricchiti, favorendo l'instaurarsi di esperienze di vita significative anche con i coetanei tipici, si potrebbe aumentare la funzionalità del bambino riducendone la disabilità con migliore qualità di vita (44).

Ciò che però rende ancora difficile e poco comune la presa in carico fisioterapica del bambino con disturbo dello spettro autistico, nonostante la crescente ricerca in merito al disturbo e la neuroscienza confermi la possibilità di variare il suo quadro clinico attraverso la riabilitazione, è proprio la scarsa consapevolezza e conoscenza in ambito fisioterapico nell'avere la possibilità di ricoprire un ruolo importante nell'integrazione del bambino con autismo nella sua vita quotidiana.

Poiché, al giorno d'oggi, non sono ancora stati identificati dei marcatori biologici che possano accertare con assoluta fermezza la diagnosi di autismo e l'esperienza clinica è ancora carente, bisognerebbe implementare le linee guida per far sì che ci sia una presa in carico il più precoce e adeguata possibile. In questo, il fisioterapista potrebbe rappresentare un punto cardine nella produzione di una buona pratica professionale perché, trovandosi a stretto contatto con il bambino per molto tempo, è in grado di rilevare eventuali atipicità dal punto di vista motorio che si manifestano prima rispetto ai marcatori diagnostici più specifici riguardanti le sfere cognitive e comportamentali universalmente riconosciuti dal Manuale DSM (45) (46) (37).

Nello studio di Ben – Sasson A, et al. (45) sono stati riportati i risultati ottenuti prima e dopo aver frequentato un workshop che ha coinvolto varie figure professionali tra le quali il fisioterapista

mostrando differenze significative, rispetto alla baseline, sulla conoscenza nell’eziologia dell’autismo, nei segni e sintomi, nei vari fattori di rischio contribuenti e nelle caratteristiche dell’apprendimento motorio; l’abilità nel riconoscere i segni precoci è accresciuta e l’autoefficacia clinica del professionista ossia la credenza individuale circa la propria abilità nel performare con successo un particolare comportamento, è migliorata. Oltre a questi ottimi risultati, è stata riportata una maggiore confidenza da parte del professionista sanitario nella comunicazione e nel coinvolgimento dei genitori circa la patologia. Nonostante l’impatto positivo del workshop, gli stessi fisioterapisti che hanno partecipato affermano di avere ancora delle lacune per le quali si necessitano corsi di formazione supplementari. Ciò potrebbe rappresentare un ottimo punto di partenza per la ricerca e studi futuri sull’importanza dell’informazione e formazione specifica del fisioterapista sul bambino con autismo contribuendo alla formulazione di una sua presa in carico riabilitativa globale e multidisciplinare, all’incremento dell’esperienza clinica e quindi alla conoscenza del potenziale della fisioterapia nel trattamento.

CAPITOLO 5: MATERIALI E METODI

5.1 La revisione bibliografica della letteratura

Da Febbraio a Settembre 2023 è stata condotta una ricerca bibliografica consultando le banche dati informatiche PubMed, PEDro e Cochrane Library.

Per individuare gli articoli sono state definite le parole chiave da utilizzare, le quali sono state inizialmente divise in tre macro – aree secondo il modello PICO escludendo la voce “comparison/control” poiché non è pertinente all’obiettivo dello studio, *Tabella 1*.

POPOLAZIONE	<i>autism; autism spectrum disorder*.</i>
INTERVENTO	<i>physical therapy; balance training; coordination exercise; proprioceptive exercise; strength exercise; walk training; motor rehabilitation; motor program; motricity; rehabilitat*; therapeutic exercise; motor exercise; motor intervention; aerobic exercise; resistance exercise; aquatic exercise.</i>
OUTCOME	<i>motor skill*; relationship skill*; social skill*.</i>

Tabella 1 – Parole chiave utilizzate per la ricerca nelle banche dati informatiche

Successivamente, le parole chiave sono state combinate con gli operatori booleani (AND, OR) per formulare una stringa di ricerca, adattata per ciascun database, come mostrato in seguito:

((*autism*) OR (*autism spectrum disorder**)) AND ((*physical therapy*) OR (*balance training*) OR (*coordination exercise*) OR (*proprioceptive exercise*) OR (*strength exercise*) OR (*walk training*) OR (*motor rehabilitation*) OR (*motor program*) OR (*motricity*) OR (*rehabilitat**) OR (*therapeutic exercise*) OR (*motor exercise*) OR (*motor intervention*) OR (*aerobic exercise*) OR (*resistance exercise*) OR (*aquatic exercise*)) AND ((*motor skill**) OR (*relationship skill**) OR (*social skill**)))

I risultati ottenuti sono stati poi selezionati sulla base dei criteri di inclusione ed esclusione, secondo le modalità illustrate nella *Tabella 2*.

	CRITERI DI INCLUSIONE	CRITERI DI ESCLUSIONE
<i>Publication date</i>	Articoli pubblicati negli ultimi 5 anni	Antecedente al 2018
<i>Species</i>	Umani	Altre specie
<i>Article language</i>	Inglese	Altre lingue
<i>Age</i>	Bambini di età compresa tra 0-18 anni	Adulti, età maggiore di 18 anni
<i>Population</i>	Diagnosi di Disturbo dello Spettro Autistico	Altre diagnosi
<i>Intervention</i>	Intervento motorio ed esercizio fisico	Attività fisica, attività sportiva, terapie fisiche, terapie con animali, terapie robot – assistite, terapie farmacologiche, interventi sensoriali, medicine complementari alternative
<i>Outcome</i>	Competenze motorie, relazionali e sociali	Altri outcome

Tabella 2 – Criteri di inclusione ed esclusione degli articoli

La Flow chart, rappresentante in sintesi il processo di selezione degli articoli, è riportata in *Figura 1*:

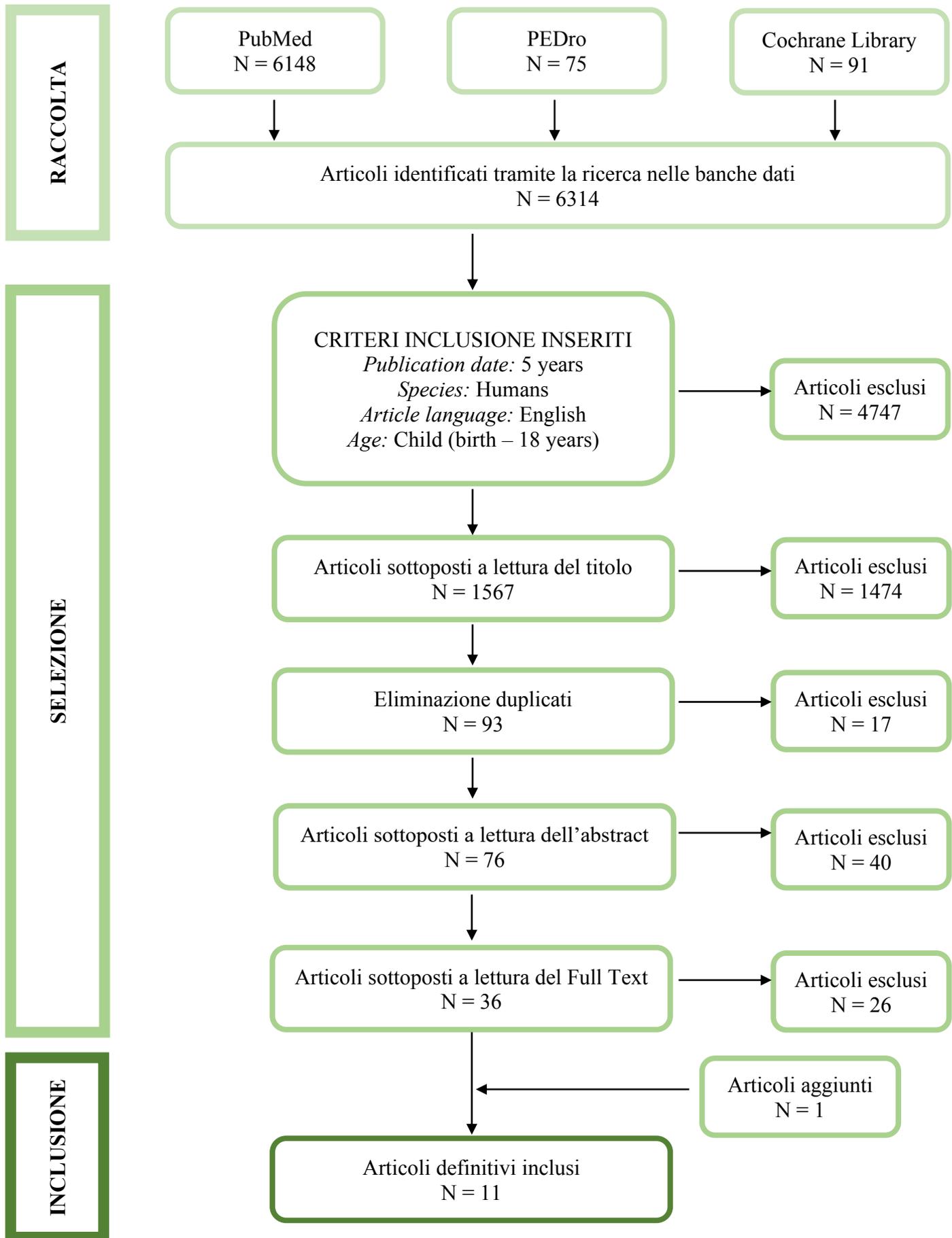


Figura 1 – Flow chart: il processo di selezione degli articoli

Come descritto nella Flow chart, al termine della selezione degli articoli provenienti dalla ricerca condotta nelle varie banche dati, è stato aggiunto un articolo ricavato dalla bibliografia di uno studio sottoposto a lettura del Full Text, dopo aver verificato che rispondesse ai criteri di inclusione ed esclusione pre-stabiliti.

Si è scelto di suddividere i risultati finali ottenuti dalla ricerca (n = 12) in 5 diverse sezioni, sulla base dell'intervento proposto:

- 1) programma di riabilitazione con applicazione di tecniche di terapia manuale (47);
- 2) programma di riabilitazione con esercizi a secco di tipologia varia (48) (49) (50);
- 3) programma di riabilitazione incentrato sul miglioramento dell'equilibrio e del controllo posturale (51) (52);
- 4) programma di riabilitazione incentrato sul miglioramento del cammino in punta (53) (54)
- 5) programma di riabilitazione in acqua (55) (56) (57).

I disegni di studio degli articoli selezionati sono disponibili in *Figura 2*.

STUDI INCLUSI NELLA RICERCA

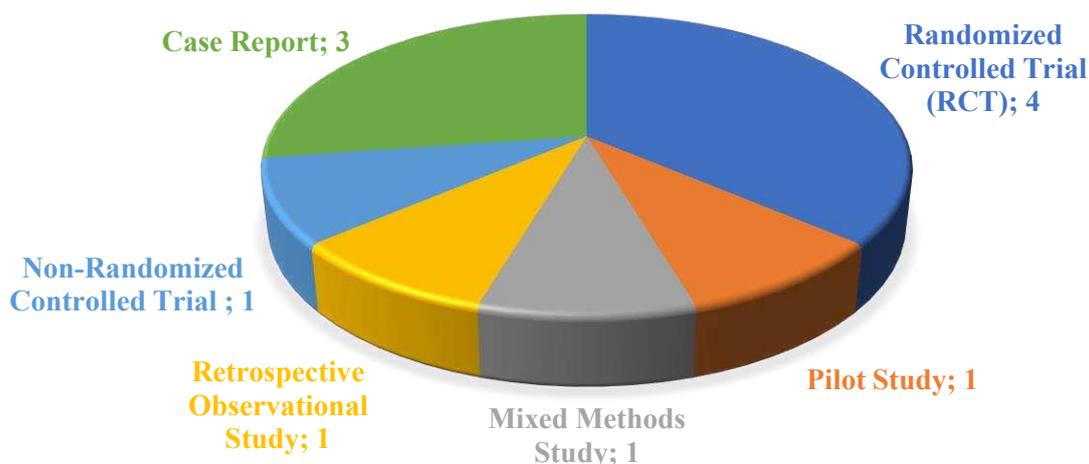


Figura 2 – Numero di studi inclusi nella ricerca suddivisi per tipologia

Nella *Tabella 3* si riportano i punteggi assegnati per ciascun item della scala PEDro dei vari studi RCT sottoposti a valutazione qualitativa.

ARTICOLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Totale
Arslan E, Ince G, Akyuz M (2022) (48)	Si	Si (1)	No	No	No	No	No	Si (1)	No	Si (1)	Si (1)	4/10
Caldani S, Atzori P, Peyre H, Delorme R, Bucci MP (2020)	No	Si (1)	Si (1)	No	No	No	No	No	No	Si (1)	No	3/10

(51)												
El Shemy SA, El-Sayed MS (2018) (49)	Sì	Sì (1)	Sì (1)	Sì (1)	No	No	No	No	No	Sì (1)	Sì (1)	5/10
Moradi H, Sohrabi M, Taheri H, Khodashenas E, Movahedi A (2018) (50)	Sì	Sì (1)	No	Sì (1)	No	No	No	No	No	Sì (1)	Sì (1)	4/10

Tabella 3 – Valutazione degli studi inclusi con la scala PEDro

I contenuti di tutti gli articoli saranno analizzati nel capitolo “RISULTATI” del presente progetto di ricerca.

Invece, per l’analisi delle caratteristiche principali degli articoli inclusi sono state realizzate delle tabelle riassuntive di estrazione dei dati, disponibili come allegato alla fine della tesi (*Allegato 1*).

CAPITOLO 6: RISULTATI

6.1 Programma di riabilitazione con applicazione di tecniche di terapia manuale

Popolazione di studio: l’articolo di Jungade (51) è un case report di una bambina di 3 anni che presenta autismo diagnosticato mediante la scala ISAA alla quale ha ottenuto un punteggio di 134. La bambina è iperattiva, non obbedisce ai comandi e non ha contatto visivo durante la conversazione, inoltre presenta iperlordosi lombare, ipersensibilità al tatto, alta irritabilità al tocco dei muscoli del polpaccio, rigidità del quadricipite e piede in atteggiamento di flessione plantare. È presente il cammino in punte e sono state registrate numerose cadute durante la corsa e i cambi di direzione. Ha svolto alcuni trattamenti in precedenza quali attività di stretching e di integrazione sensoriale, allenamento per l’equilibrio e per la forza.

Trattamento: prima di iniziare il trattamento è stato ottenuto il consenso informato dai genitori. Viene proposta la terapia manuale come unica modalità di trattamento per due volte la settimana per nove mesi. Durante le sessioni si lavora per il rilascio della fascia profonda dei gruppi muscolari principalmente coinvolti ossia quelli del polpaccio, del piede, della regione cervicale, paraspinale e glutea. Se si esercita una pressione sulla miofascia si può inizialmente avvertire una sensazione di ammorbidimento e di movimento che rimandano ad un rilascio della componente sia elastica che muscolare della fascia stessa. Tuttavia il focus di tale terapia si basa sul rilascio della barriera di collagene che si riesce a ottenere solo se la pressione viene esercitata in modo delicato ma deciso e mantenuta per almeno 40-70 secondi. Quindi per riuscire ad ottenere risultati significativi e duraturi

nel tempo, quantità e durata della pressione digitale sono variabili importanti da tenere in considerazione.

Il rilascio della barriera di collagene comporta una riduzione della pressione sulle strutture sensibili al dolore, un miglioramento nella postura e un aumento del movimento di conseguenza il bambino riporta miglioramenti anche nell'interazione sociale, nella comunicazione, nelle funzioni cognitive, negli interessi ristretti, nei comportamenti ripetitivi e in generale nella sua partecipazione alle attività della vita quotidiana.

Scale di outcome: ISAA (Indian Scale for Assessment of Autism) (51): scala che mira alla quantificazione della gravità dei sintomi autistici per poi ottenere una misura della disabilità associata. Presenta 40 item complessivi suddivisi in 6 domini che sono: relazione sociale e reciprocità, reattività emotiva, linguaggio, linguaggio e comunicazione, modelli comportamentali, aspetti sensoriali, componente cognitiva. Mediante l'osservazione, la somministrazione di test, la valutazione clinica e l'integrazione di informazioni ricavate dai genitori si può attribuire a ciascun item il punteggio da 1 (raramente) a 5 (sempre). Il valore cut-off per formulare la diagnosi di autismo è di 70 punti (70-106 autismo lieve, 107-153 autismo moderato, > 153 autismo grave) (58).

Risultati trattamento: il punteggio ISAA è di 94 punti dopo cinque mesi di terapia e di 60 alla fine del programma di trattamento, punteggio mantenuto anche a sei mesi di follow-up.

6.2 Programma di riabilitazione con esercizi a secco di tipologia varia

Gli articoli di Arslan, et al. 2020 (47), di El Shemy & El-Sayed, 2018 (49) e di Moradi, et al. 2018 (50) sono tre studi RCT la cui popolazione è rappresentata prevalentemente da bambini maschi con diagnosi certa di autismo. Il processo di randomizzazione è stato effettuato mediante il lancio di una moneta (47), il metodo della busta sigillata (49) mentre in uno non è specificato (50).

Popolazione di studio: le caratteristiche specifiche della popolazione coinvolta in ciascuno studio sono riportate nella Tabella 4:

Articolo	Campione	Caratteristiche principali	Gr Sperimentale / Gr Controllo
Arslan, et al. 2020 (47)	28 (M), 14 con autismo atipico e 14	Età media 10.07 anni Peso medio 25.97 kg Altezza media 126.64 cm	7 in "Autism Exercise Group"
			7 in "Autism Control Group"
			7 in "Typically Developing Exercise Group"

	con sviluppo tipico		7 in “Typically Developing control Group”. Solo i gruppi “exercise”
El Shemy & El-Sayed, 2018 (49)	30 (22 M e 8 F) con autismo	Età media 9.29 anni	15 (12 M e 3 F) in “Trattamento fisioterapico e allenamento dell’andatura con segnali ritmici uditivi”
		Peso medio 29.94 kg Altezza media 135.15 cm Punteggio medio CARS 32.5 IQ borderline al test di Stanford Binet	15 (10 M e 3 F) in “Trattamento fisioterapico”
Moradi, et al. 2018 (50)	100 (M) con autismo	Età media 7.62 anni	25 in “Esercizi percettivo – motori”
		Punteggio GARS – 2 55.92	25 in “Supplemento di vitamina D”
		IQ medio 92.42	25 in “Esercizi percettivo – motori e supplemento di vitamina D”
		Livelli medi di vit D 12.26 ng/ml	25 in “Placebo”

Tabella 4 – caratteristiche della popolazione di studio

Criteri di inclusione; per essere inclusi, i bambini devono avere età compresa tra gli 8 e i 10 anni (49) o tra i 6 e 9 anni con punteggio IQ superiore e 70 (50).

La diagnosi di autismo formulata secondo i criteri riportati nel DSM-V (47) (50) o secondo la scala CARS con punteggio compreso tra 30 e 36.5 quindi con autismo da lieve a moderato (49). I partecipanti hanno ricevuto le cure mediche per la loro condizione (47), hanno frequentato centri educativi speciali o di riabilitazione (47).

Devono essere capaci di seguire le istruzioni (47) mentre dal punto di vista motorio devono riuscire ad andare in bagno in autonomia (47), avere capacità motorie di imitazioni (47), riuscire a camminare per almeno 10 metri senza ausili (49).

Nello studio di Mohradi, et al. (50) i partecipanti devono avere livelli di vitamina D nel siero inferiori di 30ng/ml.

In tutti gli studi, per la partecipazione, era necessario il consenso informato da parte dei genitori.

Criteri di esclusione; sono stati esclusi bambini che stessero eseguendo attività fisica regolare prima dell’inizio dello studio (47) o nei 6 mesi precedenti (50) o che stessero ricevendo interventi di vitamina D (50).

Presenza di disabilità o deformità fisiche (47) (49), problemi di salute (47), deficit uditivi, visivi o respiratori (49) (50), attacchi convulsivi negli ultimi due anni (50). Nello studio di Moradi, et al. 2018 (50) sono stati esclusi tutti i partecipanti che presentassero problemi gastrointestinali, di alimentazione o malnutrizione, malattie genetiche, malattie autoimmuni, disturbi metabolici, anemia,

malattie neurologiche e metaboliche, patologie endocrine, cardiovascolari, polmonari, epatiche o renali, storia di grave trauma cranico o ictus e soggetti riceventi preparati di vitamina D e farmaci capaci di influenzarne i livelli nel siero (50).

Trattamento: nello studio di Arslan, et al. 2020 (47) solo i gruppi “Exercise” hanno ricevuto il trattamento le cui sessioni sono suddivise in tre fasi: il riscaldamento con 10 minuti di attività di cammino e 5 di stretching, la parte centrale che dura complessivamente 40 minuti e la fase finale di defaticamento dove per 5 minuti vengono svolte di nuovo attività di stretching.

La fase centrale prevede otto stazioni che sono: 1. equilibrio, 2. camminare su una trave di equilibrio (lunga 400cm, larga 10cm e alta 15cm) e su 12 blocchi alti e larghi 10cm allineati uno accanto all'altro, 3. reazione uditiva utilizzando il fischio dell'arbitro, 4. stimolazione visiva con luce bianca di una torcia, 5. forza, 6. tirare una corda di 10mt con le mani (allenamento con pesi che rappresentano il 5% del peso corporeo), 7. Salto (nr di salti misurati in 30s e poi chiesti di eseguirne la metà), 8a. Salto a due piedi sopra 12 ostacoli (alti progressivamente da 10cm a 25cm) e 8b. salto su e giù a due piedi da pedana aerobica (lunga 96cm, larga 34.6cm e alta 15cm). Sono previsti 1-2 minuti di pausa tra le prime tre stazioni, mentre dalla fine della quarta il tempo di riposo è doppio poiché l'intensità degli esercizi è maggiore. Una serie si può ritenere terminata solo quando i bambini completano tutte le ripetizioni richieste per ogni stazione e possono proseguire con la seconda serie di esercizi ricominciando dalla prima stazione prevista.

Nelle prime 4 settimane sono state richieste 3 serie per 3 ripetizioni ad esercizio, per le tre settimane successive invece il numero di ripetizioni è incrementato a 6 per arrivare a 9 nelle ultime tre.

Nell'articolo pubblicato da El Shemy & El-Sayed, 2018 (49), tutti i partecipanti, sia del gruppo controllo che del gruppo sperimentale, sono stati sottoposti ad un programma di fisioterapia il quale prevedeva esercizi di rinforzo della muscolatura del tronco e delle estremità, dell'equilibrio in varie posizioni, di recupero della stazione eretta in situazioni nelle quali questa viene perturbata, di allenamento dei meccanismi anticipatori, di allenamento dell'andatura con diverse pendenze e difficoltà; in particolare il gruppo controllo, all'interno della sessione di trattamento fisioterapico, ha eseguito lo stesso allenamento dell'andatura del gruppo sperimentale percorrendo le stesse distanze per lo stesso numero di volte ma senza RAS. Solo il gruppo sperimentale è stato sottoposto anche ad un allenamento aggiuntivo di 30 minuti sull'andatura utilizzando segnali auditori ritmici (RAS).

È stato utilizzato lo strumento musicale MIDI Cubase digitale e un metronomo i cui battiti vengono riprodotti sopra la musica e questo migliora il riconoscimento ritmico di ogni bambino. La frequenza dei ritmi del metronomo è stata scelta in maniera adattata rispetto allo schema del passo normalmente presentato da ciascun partecipante. Durante l'intervento RAS il bambino cammina a piedi scalzi con velocità per lui normale lungo una passerella di 10 metri per 3 volte mentre l'esaminatore calcola la

cadenza (passi/min); a questo punto è stato impostato il metronomo cercando di coordinarlo alla cadenza acquisita precedentemente. Ogni bambino poi ha ascoltato una musica e aveva il compito di battere le mani con stimolo ritmico per 1-2 minuti restando seduto così da prendere familiarità con il ritmo. Una volta assicurata la sincronizzazione dei passi con RAS, il battito è stato aumentato del 5% in più rispetto alla cadenza preferita del bambino e successivamente si è chiesto di camminare di nuovo per 10 metri 3 volte. Durante gli ultimi 1-2 minuti il RAS è stato di nuovo diminuito.

Nello studio di Moradi, et al. 2018 (50) invece i partecipanti sono stati equamente divisi in 4 gruppi: il gruppo che ha svolto un programma di esercizi percettivo – motori, il gruppo che ha ricevuto soltanto un supplemento giornaliero di vitamina D in formato gocce da 300 IU/kg/day fino ad un massimo di 5000 IU/kg/day, il gruppo che ha ricevuto entrambi i trattamenti e infine il gruppo placebo che non ha ricevuto alcun trattamento.

La sessione di esercizi percettivo – motori prevede 10 minuti di riscaldamento con attività di jogging e stretching, 45 minuti di esercizi specifici e 5 minuti finali di defaticamento con camminata lenta e di nuovo attività di stretching. La parte di esercizi specifici si compone di cinque tipologie di esercizi diversi che sono: 1. saltare tra i quadrati di 30x30cm (avanti e indietro, in successione, a destra e a sinistra, ecc), 2. saltellare (avanti e indietro, in successione, a destra e a sinistra, ecc), 3. mantenere l'equilibrio statico e dinamico (stare in piedi con il piede dominante su una superficie dura, camminare su una trave di equilibrio con gli occhi aperti, ecc), 4. colpire la palla con i piedi (camminare a fianco di palline blu e rosse e colpire solo quelle rosse, ecc), 5. lanciare la palla al bersaglio con la mano (lanciare una palla nel canestro lontano 1mt, ecc), 6. lanciare e ricevere la palla (lanciare la palla al muro a 1mt di distanza e riprenderla con la mano, ecc).

Tali esercizi mirano ad incrementare le abilità di stabilità, di manipolazione sia con una mano che bimanuale, di equilibrio statico e dinamico, le competenze locomotorie e di pianificazione motoria, la coordinazione motoria grossolana e fine, la coordinazione occhio-mano e occhio-piede, la consapevolezza corporea, tattile e cinestesica, la capacità di tracciamento, il transfert, la forza braccio-gamba, oltre che migliorare la direzionalità, l'accuratezza del lancio, la precisione spaziale.

In tutti gli studi le sessioni, dalla durata di un'ora ciascuna, si sono svolte con cadenza trisettimanale per tre mesi.

Scale di outcome: BOT – 2 (Bruininks – Oseretsky Test of Motor Proficiency 2nd edition) (47) (49): scala che valuta le capacità motorie fini e grossolane di soggetti con età compresa tra 4 e 21 anni. È composto da 8 sottotest per un totale di 53 item, 4 relativi agli aspetti motori generali (coordinazione bilaterale, equilibrio, velocità di corsa, agilità e forza) e 4 a quelli fini (precisione motoria fine, integrazione motoria fine, destrezza manuale, coordinazione degli arti superiori). Presenta 4 compositi di zone motorie (controllo manuale fine, coordinazione manuale, coordinazione corporea,

forza e agilità) e ciascuno di essi incorpora 2 sottotest. I punteggi grezzi vengono convertiti in punteggi numerici standardizzati secondo l'età e il sesso del partecipante.

Nello studio di Arslan, et al. 2020 (47) sono stati utilizzati i sottotest “velocità di corsa e agilità”, “in piedi sul piede dominante sulla trave di equilibrio ad occhi aperti”, “stare in piedi in posizione tandem sulla trave di equilibrio ad occhi aperti”, “coordinazione simultanea del piede nella stessa direzione e in direzioni diverse” e “salto in lungo”.

Mentre per lo studio di El Shemy & El-Sayed, 2018 (49) sono stati scelti i compositi della “coordinazione corporea” e della “forza e agilità”. Il primo valuta in particolare la coordinazione e il controllo dei grandi muscoli che vengono reclutati nel mantenimento della postura e dell'equilibrio, inoltre include anche i test secondari di coordinazione bilaterale (7 compiti richiedenti il controllo del corpo e la coordinazione simultanea dei quattro arti) ed equilibrio (9 attività di equilibrio in stazione eretta e durante la deambulazione). Il composito di forza e agilità indaga gli aspetti del fitness e la coordinazione che vengono richiesti nelle varie attività fisiche agonistiche o meno, sono compresi anche i test secondari sulla velocità di corsa (5 attività sulla corsa, cambio di direzione, passo laterale e abilità di salto sia stazionario che dinamico), sull'agilità e sulla forza (5 attività sia statiche che dinamiche le quali permettono di misurare la forza del core, degli arti superiori e inferiori).

Test di flessibilità sit – and – reach durante il quale il paziente si siede in posizione long sitting e deve cercare di toccare con le mani le punta dei piedi mantenendo gli arti inferiori estesi (47).

Forza della presa da entrambi i lati con dinamometro a presa manuale Takei (47).

Tempi di reazione visivi e uditivi con il dispositivo di reazione Newtest 1000 (47).

GARS – 2 (Gilliam Autism Rating Scale – 2 edition) (50): scala che valuta il grado di interazione sociale nei soggetti di età compresa tra 3 e 22 anni con autismo; sono presenti 56 item suddivisi in 4 subtest i quali descrivono comportamenti specifici e sono: “stereotipie, disturbi della motricità e comportamenti bizzarri”, “comunicazione verbale e non verbale”, “Interazione sociale” e “Disturbi dello sviluppo”. I primi tre subtest hanno un range di punteggio che va da 0 (non osservato) a 3 (osservato frequentemente) mentre l'ultimo prevede risposta binaria sì/no (59); Punteggi alti rimandano ad una condizione di autismo grave.

Nello studio di Moradi, et al. 2018 (50) viene usato solo il primo subtest il quale presenta 14 item nei quali si chiede ai genitori quanto spesso un bambino: 1. evita di stabilire un contatto visivo, distoglie lo sguardo quando il contatto visivo è presente; 2. fissa mani, oggetti o oggetti nell'ambiente per almeno 5 secondi; 3. muove rapidamente le dita o mani davanti agli occhi per 5 secondi o più; 4. mangia cibi specifici e si rifiuta di mangiare cose che la maggior parte della gente solitamente mangia; 5. lecca, assaggia o tenta di mangiare oggetti non commestibili; 6. odora o annusa oggetti; 7. turbinata, gira in tondo; 8. fa girare gli oggetti non progettati per la filatura; 9. si dondola avanti e indietro

mentre è seduto o in piedi; 10. effettua rapidi affondi e movimenti guizzanti quando si sposta da un posto all'altro; 11. cammina in punta di piedi; 12. agita le mani o le dita davanti al viso o ai lati; 13. emette suoni acuti; 14. tira schiaffi o colpi o si morde o tenta di ferirsi in altri modi.

Ai genitori e agli insegnanti viene chiesto di valutare l'individuo in base alla frequenza con cui si verifica ciascun comportamento stereotipato in circostanze ordinarie in 6 ore di tempo.

Valutazione del livello di vitamina D da parte del Metodo Elecsys con prelievo del sangue. Il valore 30 ng/ml indica un livello adeguato, inadeguato se è minore tra 30 ng/ml e maggiore di 10 ng/ml, carente se è pari o minore di 10 ng/ml (50).

Risultati trattamento: la valutazione degli outcome è stata eseguita prima e dopo il periodo di trattamento.

Nello studio di Arslan, et al. 2020 (47) sono state ottenute significative differenze per AEG rispetto a ACG nella velocità della corsa e agilità, equilibrio durante la camminata sulla trave e sui blocchi, salto in lungo da fermo, reazioni visive della mano destra e uditive della mano sinistra, forza di presa in entrambe le mani e nel test di flessibilità. Per il coordinamento bilaterale non c'erano differenze significative.

Significative differenze per TDEG rispetto a TDCG nella velocità della corsa e agilità, equilibrio durante la camminata sulla trave e sui blocchi, reazioni visive e uditive della mano destra e sinistra, forza di presa in entrambe le mani e nel test di flessibilità. Per il coordinamento bilaterale e per il salto in lungo da fermo non c'erano differenze significative.

Significative differenze per AEG rispetto a TDEG nell'equilibrio durante la camminata sulla trave e sui blocchi, salto in lungo da fermo, reazioni uditive della mano destra e sinistra e nel test di forza di presa nella mano destra. Per la velocità di corsa e l'agilità, la coordinazione bilaterale, i tempi di reazione visiva per entrambe le mani, il test di forza di presa nella mano sinistra e il test di flessibilità non c'erano differenze significative ($p < 0.05$ per significatività).

Nell'articolo di El Shemy & El-Sayed, 2018 (49) entrambi i gruppi hanno riportato miglioramenti statisticamente significativi nei punteggi dei 4 sottotest e nei 2 punteggi compositi dopo il periodo di trattamento con il gruppo sperimentale che ha mostrato in modo significativo miglioramenti migliori rispetto al gruppo di controllo.

L'articolo di Moradi, et al. 2018 (50) testimonia un miglioramento significativo della gravità delle stereotipie in tutti i gruppi che abbiano ricevuto un programma di intervento, nel gruppo placebo non c'è alcuna differenza significativa. Nello specifico il gruppo "Esercizi percettivo – motori e supplemento di vitamina D" riporta un miglioramento della gravità delle stereotipie del 28%, il gruppo "Esercizi percettivo – motori" del 17% mentre quello del "Supplemento di vitamina D" del

13%; differenze significative quindi emergono solo al confronto tra il gruppo combinato e gli altri due.

6.3 Programma di riabilitazione incentrato sul miglioramento dell'equilibrio e del controllo posturale

Gli studi di Caldani, et al. 2020 (48) e di Jabouille, et al. 2023 (55) si concentrano sulla riabilitazione posturale e dell'equilibrio. Il primo è uno studio RCT la cui randomizzazione è avvenuta in una sequenza casuale imprevedibile mentre il secondo è uno studio di due casi clinici. In ambedue gli studi i bambini presentano diagnosi di autismo secondo i criteri del DSM – V e diagnosi clinica convalidata mediante l'Autism Diagnostic Interview – Revised (ADI – R) e l'Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS).

Popolazione di studio: le caratteristiche specifiche della popolazione coinvolta in ciascuno studio sono riportate nella Tabella 5:

Articolo	Campione	Caratteristiche principali	Gr Sperimentale / Gr Controllo
Caldani, et al. 2020 (48)	40 con autismo	Età media 11.75 anni	20 in “Riabilitazione controllo posturale”
		Punteggio medio ADI – R 34.65 Punteggio medio ADOS 12.1 Punteggio medio WISC – IV 363.3	20 in “Placebo”

Tabella 5 – caratteristiche della popolazione di studio

Criteri di inclusione; sono stati inclusi bambini che non presentassero alcun deficit sensoriale e che non fossero, al momento dello studio, in trattamento farmacologico (48). Per poter partecipare allo studio era necessario il consenso informato da parte dei genitori.

I due partecipanti che rappresentano il campione di studio dell'articolo di Jabouille, et al. 2023 (55) vengono di seguito descritti:

il primo partecipante è una bambina di 10 anni e 5 mesi con punteggio ADOS di 6/10 (autismo moderato). Vive con la mamma e la sorella di 14 anni, la storia familiare per autismo è negativa, la gravidanza ha avuto un andamento normale. Frequenta la quinta elementare in una scuola pubblica convenzionale, pratica due ore di sport alla settimana a scuola e due ore di escursioni con la famiglia ogni fine settimana. Inoltre svolge un'ora di terapia occupazionale alla settimana e un'ora di psicologia ogni due settimane. Non assume farmaci. Soggetta a cadute circa una volta al mese;

il secondo partecipante è un bambino di 7 anni e 3 mesi con punteggio ADOS di 8/10 (autismo grave). Vive con la mamma, la nonna e ha due fratelli gemelli di 10 anni; anche lui riporta storia familiare per autismo negativa e la gravidanza non ha avuto complicanze. Frequenta la seconda elementare in una scuola pubblica convenzionale praticando due ore di sport alla settimana durante l'orario scolastico. È stato seguito da servizi educativi e sanitari specializzati a domicilio per due anni e beneficiava di un'ora di assistenza a scuola. Non segnala cadute.

Trattamento: nell'articolo di Caldani, et al. 2020 (48) solo al gruppo sperimentale sono stati proposti in modo casuale e per una volta soltanto due protocolli di allenamento (esercizio della boa e della folla) della durata di tre minuti ciascuno con focus sul miglioramento del controllo posturale. Prima dell'esecuzione del programma di intervento, sono state fornite tutte le istruzioni ai partecipanti i quali hanno poi avuto 30 secondi di prova per assicurarsi la comprensione.

Nell'esercizio della boa, il bambino sta sulla piattaforma mentre fissa uno schermo posto davanti a lui sul quale viene proiettata una boa che galleggia sul mare; i movimenti del bambino sono espressi da un punto verde sulla boa e l'obiettivo consiste nel muovere il corpo/punto verde su specifiche posizioni della boa stessa evitando di toccare il mare.

Nell'esercizio della folla invece vengono proiettati sullo schermo dei passanti che camminano in una strada verso il bambino con una velocità media che va da 0,5 a 1,5 mm/s, il quale deve muovere il corpo in modo efficiente per evitare di scontrarsi con i vari passanti.

Nello studio di Jabouille, et al. 2023 (55) viene proposto un programma di riabilitazione dell'equilibrio personalizzato basato sull'equilibrio, sul salto, su situazioni di stabilizzazione con esercizi cognitivo-motori e con l'uso dello strumento Wii Balance Board. Si lavora sulle abilità di equilibrio, di memoria di lavoro tramite calcoli mentali, di flessibilità mentale saltando su marcatori con sequenze casuali e di pianificazione saltando su marcatori a distanze prestabilite. Le sessioni, della durata di 40 minuti ciascuna, si sono svolte con cadenza bisettimanale per un mese. Nella prima mezz'ora si eseguono esercizi a compito singolo e/o dual task mentre gli ultimi dieci minuti sono dedicati agli esercizi di equilibrio sulla Wii Balance Board scegliendo tre, diversi per ogni sessione, tra i nove giochi inclusi nella WiiFit.

Sono state suggerite due sessioni di allenamento nelle quali si propongono esercizi diversi; nella prima si richiede al partecipante di mettere in equilibrio una palla su una tavola eseguendo un calcolo mentale, di mantenere l'equilibrio giocando con una palla a occhi aperti, di camminare in tandem, di fare tre serie da 15 salti a piedi pari su un gradino alto 15cm. Nella seconda sessione invece il bambino deve saltare sui numeri visualizzati sul terreno con ordine della sequenza dato oralmente in modo casuale, mantenere l'equilibrio in monopodolica sia ad occhi aperti che chiusi e fare 10 salti in avanti e indietro e nelle 4 direzioni. Il livello di difficoltà aumentava di settimana in settimana una volta

raggiunto l'obiettivo del livello precedente, diminuendo la superficie del poligono di sostegno o aggiungendo superfici di schiuma o aumentando la complessità del compito dual task sia che riguardi l'aspetto motorio o quello cognitivo.

Scale di outcome: Test del controllo posturale con il Sistema Multitest Equilibre (48): la registrazione posturale viene eseguita su una piattaforma instabile posta in una stanza buia e ai bambini viene chiesto di fissare un piccolo bersaglio luminoso rosso distante 2,5 metri rimanendo il più possibile fermi con le braccia lungo il corpo. Sono state testate tre condizioni visive in ordine random: occhi aperti fissando il bersaglio, occhi chiusi e occhi aperti con visione perturbata mediante stimolazione optocinetica che influisce sull'equilibrio in quanto può essere gestito solo attraverso gli input vestibolari (devono guardare avanti mentre il campo optocinetico ruota su tutta la parete della stanza). La durata di ogni registrazione è di 30s con 15s di riposo per minimizzare gli effetti della stanchezza.

Valutazione del controllo posturale in condizioni di compito singolo con basso carico cognitivo e compito doppio con aumento del carico cognitivo (55): i bambini con i piedi nudi vengono posizionati su una piattaforma in una posizione standardizzata e gli viene chiesto di stare in silenzio dinanzi ad un muro bianco con uno schermo distante 90 cm dal soggetto all'altezza degli occhi dove viene proiettato un punto rosso o immagini di volti. Il test in condizioni di compito singolo consiste nel mantenimento della stazione eretta ad occhi aperti fissando un punto rosso proiettato sul loro viso e ad occhi chiusi. Successivamente il controllo posturale è stato valutato in cinque condizioni dual task durante le quali il bambino deve mantenere l'equilibrio mentre gli viene chiesto di decifrare le emozioni (neutra, tristezza, rabbia, felicità, paura) presentate come immagini di volti in modo casuale. Dopo ogni prova, della durata di 30 sec ciascuna, viene chiesto di verbalizzare le immagini emozionali precedentemente mostrate. Con la piattaforma posturografica si misurano i parametri del controllo posturale che sono: area superficiale contenente il 90% delle coordinate del CoP, la velocità media dei movimenti del CoP durante il periodo di acquisizione (30 sec), le ampiezze di oscillazione del CoP nelle direzioni medio-laterale e antero-posteriore.

Risultati trattamento: nell'articolo di Caldani, et al. 2020 (48) le valutazioni sono state eseguite prima (T1) e dopo 6 minuti (T2) di riabilitazione con allenamento di controllo posturale per il primo gruppo, mentre per il secondo gruppo dopo 6 minuti di riposo.

La superficie di spostamento del CoP è maggiore per il gruppo controllo rispetto a quello sperimentale in modo significativo.

La velocità media del CoP è diminuita in modo significativo in entrambi i gruppi alla valutazione T2 con risultati migliori per il gruppo che ha ricevuto il trattamento.

L'indice di instabilità posturale è significativamente più basso in entrambi i gruppi a T2, il gruppo sperimentale in maniera più significativa rispetto al gruppo controllo.

Alla valutazione, nella condizione ad occhi aperti rispetto ad occhi chiusi, si ottengono valori minori in tutti i parametri del CoP misurati.

In Jabouille, et al. 2023 (55) la valutazione pre – trattamento è stata eseguita una settimana prima dell'inizio mentre la valutazione post – trattamento una settimana dopo il suo termine.

Il partecipante 1 ha completato tutte le sessioni raggiungendo il livello più alto di difficoltà. Nel confronto al post – intervento delle prestazioni posturografiche in condizione di compito singolo con basso carico cognitivo emerge una riduzione del 67% per la velocità media, del 78% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, dell'82% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 96% per l'area superficiale a occhi aperti mentre a occhi chiusi una riduzione del 30% per la velocità media, del 45% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 37% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 67% per l'area superficiale. Nella condizione di compito doppio con carico cognitivo aumentato ha ottenuto un miglioramento di tutti i parametri CoP in tutte le situazioni emotive che sono state riconosciute tutte ad eccezione della tristezza che non è stata riconosciuta né prima né dopo la riabilitazione. Nello specifico si riporta una riduzione del 63% per la velocità media, dell'81% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, dell'84% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 97% per l'area superficiale quando viene mostrato il volto esprimente la paura, per la rabbia ha ottenuto una riduzione del 54% per la velocità media, dell'82% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 70% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 96% per l'area superficiale, per l'espressione neutra una riduzione del 67% per la velocità media, del 75% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 73% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 95% per l'area superficiale, per la felicità una riduzione del 56% per la velocità media, del 68% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 63% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 90% per l'area superficiale, infine per la tristezza le percentuali di riduzione sono del 27% per la velocità media, dello 0% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 24% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 50% per l'area superficiale.

Il partecipante 2 ha portato a termine soltanto sei sessioni senza raggiungere i livelli massimi di difficoltà. Nella condizione di compito singolo con basso carico cognitivo ha registrato una riduzione del 40% per la velocità media, del 52% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 67% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 86% per l'area superficiale a occhi aperti e una riduzione del 41% per la velocità media, del 51% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 60% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 79% per l'area superficiale ad occhi

chiusi. I parametri del CoP sono diminuiti soltanto in tre condizioni di compito doppio con carico cognitivo aumentato; nella tristezza è stata registrata una riduzione del 52% per la velocità media, del 56% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 75% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e dell'88% per l'area superficiale mentre per la paura del 29% per la velocità media, del 13% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 59% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e del 68% per l'area superficiale. L'altra condizione per cui c'è stato un miglioramento è la rabbia con riduzione del 30% per la velocità media, del 45% per l'ampiezza delle oscillazioni antero – posteriori, del 63% per l'ampiezza delle oscillazioni medio – laterali e dell'89% per l'area superficiale. I valori relativi a “felicità” e “neutra” tendono ad aumentare. Il secondo partecipante non è stato in grado di riconoscere il volto triste e neutro né prima né dopo la riabilitazione.

6.4 Programma di riabilitazione incentrato sul miglioramento del cammino in punta

Lo studio di Barkocy, et al., 2021 (53) è uno studio osservazionale retrospettivo che indaga i benefici di un trattamento combinato di casting seriale e ortesi AFO che potrebbe apportare rispetto al cammino in punta. Anche lo studio di Kratz, 2020 (56) è un case report in cui spiega come il trattamento con linfodrenaggio manuale porti a miglioramenti del cammino in punta.

Popolazione di studio: le caratteristiche specifiche della popolazione coinvolta in ciascuno studio sono riportate nella Tabella 6:

Articolo	Campione	Caratteristiche principali	Gr Sperimentale / Gr Controllo
Barkocy, et al., 2021 (53)	5 (5 M e 1 F) con autismo	Età media 8.8 anni (range 4 – 15 anni)	“Trattamento con casting seriale e AFO”

Tabella 6 – caratteristiche della popolazione di studio

Criteri di inclusione; sono stati inclusi bambini con diagnosi di autismo riferita dai genitori, con persistenza del cammino in punta, con deficit bilaterale dell'articolazione nel movimento di dorsiflessione di caviglia e che fossero capaci di camminare in autonomia senza ausili. Sono state incluse famiglie di lingua inglese che potessero provvedere al proprio trasporto.

Criteri di esclusione; sono stati esclusi i bambini che avessero storia di precedente trattamento, o se questo fosse in corso, o di intervento chirurgico per cammino in punta, o che fossero incapaci di camminare in autonomia senza ausili.

Il campione dello studio di Kratz, 2020 (56) è rappresentato da un bambino di 6 anni e mezzo che ha ricevuto la diagnosi di autismo a 30 mesi; è stato precedentemente coinvolto in un programma di formazione comportamentale basato sulla psicologia a domicilio, inoltre a scuola sta ricevendo trattamenti di logopedia e di terapia occupazionale. Presenta grave disprassia, ipotonia, disfunzione dell'elaborazione sensoriale e dell'adattamento propriocettivo, grave disfunzione dell'elaborazione del linguaggio, mancanza di abilità linguistiche espressive e ricettive funzionali oltre che deficit cognitivi gravi. Rispetto ad una valutazione eseguita a 4 anni e mezzo, c'è persistenza di alcuni riflessi primitivi che hanno reso inefficace lo stretching manuale in quanto si rafforzavano in caso di stimolazioni ripetute ai piedi. Il cammino in punta è presente da quando ha acquisito la deambulazione (-50° nel movimento passivo in dorsiflessione) e la stazione eretta viene mantenuta con la caviglia in flessione plantare. Il range di movimento passivo non differisce tra destra e sinistra, la dorsiflessione attiva e i movimenti di inversione ed eversione sono assenti quindi tutte le attività dinamiche in piedi sono problematiche. Il bambino tende a mantenere posture stereotipate. I deficit di equilibrio e di pianificazione hanno impedito l'apprendimento della capacità di accovacciarsi, di piegarsi per toccarsi le dita dei piedi, di saltare, di rimbalzare, di spingere oggetti pesanti utilizzando tutto il corpo incoraggiando l'appoggio del piede al suolo. L'obiettivo dei genitori è quello di riuscire a raggiungere la dorsiflessione neutra per poter favorire la partecipazione del loro bambino alle attività dinamiche più funzionali in piedi e in equilibrio. Alla sottosezione Mobilità della scala PEDI ha ottenuto un punteggio di 52 su 59 (<10% per il punteggio standard normativo dell'età). Dall'età di 5 anni ha sperimentato diversi interventi terapeutici con l'obiettivo di normalizzare il carico in piedi e il trasferimento del peso corporeo quali trattamenti con il kinesiotaping, docce notturne, terapie manuali, esercizi di stretching muscolare e tendineo, attività di mobilizzazione, digitopressione, tecniche di rilascio miofasciale, terapia cranio – sacrale, utilizzo di scarpe da tennis alte e trattamenti cognitivo – comportamentali. Non sono stati però riportati miglioramenti anzi il cammino in punta stava iniziando a diventare preoccupante dal punto di vista ortopedico in quanto ci fu un crollo totale degli archi plantare, nessun grado recuperato in dorsiflessione né attiva né passiva, i livelli di equilibrio sono rimasti invariati, non riesce a camminare trasportando oggetti di qualsiasi peso e mantiene la stazione eretta in modo dinamico. A 6 anni e mezzo si è registrato un cambiamento di -30° nel movimento passivo, continua a indossare le scarpe da tennis alte in quanto sembrano prevenire il cammino in massima flessione plantare. L'articolazione sottoastragalica è priva di stabilità. A piedi nudi il cammino è più accentuato con le articolazioni sottoastragaliche più pronate. C'è un maggiore collasso degli archi tarsali in seguito al processo di crescita.

Trattamento: nello studio di Barkocy, et al., 2021 (53) ciascun partecipante è stato ingessato bilateralmente in posizione seduta con l'articolazione sottoastragalica in posizione neutra utilizzando

un calco flessibile in materiale semirigido. L'angolo dell'ingessatura è stato determinato misurando il ROM della dorsiflessione con -5° di estensione di ginocchio. I gessi erano tenuti per 5-6 giorni, se tollerati dopodiché i genitori li rimuovono e lasciano il bambino senza per 1-2 giorni al fine di ridurre il rischio di andare incontro a debolezza da non uso o a lesioni della cute. Il partecipante è tornato il 7° giorno, è stata eseguita di nuovo la misurazione del ROM della dorsiflessione a ginocchio esteso e poi sono stati confezionati nuovi gessi. La procedura è durata da 1 a 6 settimane a seconda di quando la neutralità fosse raggiunta.

Per passare al trattamento con AFO, il bambino doveva raggiungere i gradi neutri in modo passivo dopo un giorno senza gesso. Poco dopo la rimozione degli ultimi gessi è stata eseguita una sessione di cattura dell'andatura. Successivamente il bambino ha ricevuto ortesi AFO personalizzati e se tollerati per almeno 8 ore, gli veniva data l'indicazione di tenerli tutto il giorno e rimuoverli solo nelle ore notturne. I genitori hanno il compito di monitorare i tempi di utilizzo.

Dopo 6 mesi di utilizzo di AFO per l'intera giornata, è stata eseguita l'ultima sessione di cattura dell'andatura e sono state raccolte le misure post intervento.

Kratz, 2020 (56) propone il trattamento con massaggio linfodrenante ad entrambe le estremità inferiori secondo il metodo Chikly adattato al bambino che facilita l'evacuazione del terreno cellulare stagnante seguendo percorsi anatomici specifici e la mappatura linfatica; è un metodo che richiede precisione nell'invio dei fluidi linfatici ai nodi corrispondenti i quali poi drenano regioni specifiche del corpo. Caratteristica principale di questo metodo è la leggerezza infatti i tocchi e i colpi nei confronti dei tessuti linfatici non devono essere aggressivi e il terapeuta deve attendere segnali di movimento dei fluidi muovendosi in sincronia con il ritmo della fisiologia linfatica del corpo che si sta trattando. La progressione del trattamento prevede l'evacuazione prima dei linfonodi inguinali e poi dei liquidi linfatici dei vasi superficiali, a seguire i linfonodi femorali. Vengono poi evacuati i linfonodi poplitei che in entrambi i lati erano congestionati negando la possibilità di apprezzare il movimento dei liquidi, quindi è stata eseguita una "mungitura" manuale delicata e ripetitiva di questi linfonodi finché si sono svuotati diventando morbidi, flessibili e più dinamici alla ricezione dei liquidi. Successivamente è stato eseguito il drenaggio linfatico dei vasi superficiali della parte inferiore della gamba. Infine si è proceduto all'evacuazione delle catene linfatiche profonde situate nella regione tibiale sia anteriore che posteriore.

Scale di outcome: FMS (Functional Mobility Scale) (53): valuta la capacità auto-riportata di camminare per lunghe distanze. I genitori assegnano un punteggio da 1 (necessità della carrozzina) a 6 (indipendente su qualsiasi superficie) valutando la mobilità funzionale su tre distanze distinte, scelte per rappresentare la mobilità del bambino a casa, a scuola e in comunità più ampia prima e dopo l'intervento (60).

PSFS (Patient Specific Functional Scale) (53): è una misura auto – riferita necessaria alla valutazione della funzione in 5 attività importanti che non sono in grado di svolgere o hanno difficoltà a causa della persistenza del proprio problema, in questo caso del cammino in punta. Ogni genitore ha valutato il livello di difficoltà presentato prima e dopo l'intervento con un punteggio da 0 (incapace) a 10 (capace), valori alti rimandano a minore limitazione funzionale (61).

Valutazione goniometrica con goniometro della dorsiflessione passiva a ginocchio esteso (53).

Analisi tridimensionale dell'andatura con sistema di motion capture a 10 telecamere e 25 marcatori distribuiti sul tronco e sugli arti inferiori; il bambino cammina a piedi nudi ad una velocità per loro confortevole, 5 volte su e giù lungo una passerella di 10 metri. Le sessioni di cattura sono state svolte 2 settimane dopo il basale, dopo l'intervento con il casting seriale e dopo 6 mesi di utilizzo dell'AFO (53).

PEDI (Pediatric Evaluation of Disability Inventory) (56): è una scala funzionale che misura il grado di disabilità di bambini da 6 mesi a 7.5 anni di età. PEDI contiene tre scale che possono essere usate separatamente o insieme e sono la Functional Skills Scale (FSS) che identifica le carenze funzionali nell'apprendimento delle varie competenze, la Caregiver Assistance Scale (CAS) che valuta l'entità dell'assistenza che l'adulto fornisce al bambino durante le attività di vita quotidiana misurando indirettamente la sua capacità funzionale e la Modification Scale (MS) consistente nel conteggio delle modifiche ambientali in termini di tipologia ed entità che vengono apportate per migliorare le prestazioni funzionali del bambino stesso. Ciascuna scala prevede l'analisi degli ambiti della cura di sé, della mobilità e della funzione sociale. Nelle prime due scale, punteggi alti riflettono maggiori capacità funzionali (62).

Risultati trattamento: nello studio di Barkocy, et al., 2021 (53) tutti i partecipanti hanno tollerato gessi e AFO senza effetti collaterali negativi (P: settimane di gesso – ore con AFO indossato; P1: 2 settimane – 10-12 ore al giorno, no la domenica; P2: 1 settimana – 8 – 10 ore al giorno; P3: 6 settimane – tutto il giorno; P4: 5 settimane – 5/9 ore inizialmente, 0/4 ore dal terzo mese, 0/6 ore l'ultimo mese; P5: 5 settimane – tutto il giorno). Il PROM dopo il trattamento con gesso è migliorato in tutti i partecipanti ad eccezione del secondo che ha perso 3° a sinistra. Il PROM dopo 6 mesi di trattamento con AFO è migliorato in tre partecipanti; il terzo e il quarto hanno perso rispettivamente 5° e 2° a sinistra. La cinematica della dorsiflessione ha registrato uno schema di deambulazione migliorato dopo il trattamento con il gesso e mantenuto con AFO nei partecipanti 4 e 5, un piccolo miglioramento dopo il casting seriale e minimi miglioramenti dopo AFO per il terzo partecipante mentre il primo ha riportato miglioramenti solo dopo sei mesi di trattamento con AFO. Tutti i partecipanti tranne il terzo che ha continuato il cammino in punta mostrano un pattern del cammino normalizzato dopo l'uso di AFO. Nello specifico, i partecipanti 1, 2 e 4 presentano il piede destro piatto e solo il partecipante 2

esegue il colpo di tallone con il piede sinistro; il partecipante 5 mostra bilateralmente il colpo con il tallone. Alla FMS solo il partecipante 5 migliora da 5 a 6 punti dopo il trattamento combinato; alla PFSF il partecipante 1 è aumentato di un solo punto nell'item del cammino normale mentre tutti gli altri hanno ottenuto un miglioramento con intervalli da 1 a 6 punti. In ogni caso tutti i partecipanti, dopo l'intervento combinato, tendevano a camminare in punta senza AFO se eccitati o ansiosi.

Nello studio Kratz, 2020 (56) si è ottenuto nell'immediato un effetto di completo rilassamento del tricipite della sura apprezzabile attraverso la palpazione. Mentre il fluido scorreva, l'elasticità e la flessibilità sono state ripristinate. Una volta sceso dal lettino, il ragazzino si è alzato appoggiando per la prima volta in vita sua l'intero piede al pavimento in modo spontaneo con la caviglia che raggiunge la posizione neutra in dorsiflessione bilateralmente. A 7 anni e mezzo il punteggio PEDI nella sottosezione della Mobilità è di 59 su 59; ha continuato le sessioni terapeutiche con lo scopo di migliorare altre aree funzionali e occupazionali. Sono emerse capacità di comprensione e di espressione del linguaggio. Riesce ad eseguire esercizi terapeutici e di movimento assistito attivo, inoltre riesce a portare a termine allenamenti di resistenza progressivi fino a 50 – 75 ripetizioni. È migliorata la sua consapevolezza, la sua partecipazione attiva, le risposte di adattamento sensoriale e la capacità di attenzione negli esercizi di rafforzamento del core sia nella stazione eretta che durante la deambulazione e della caviglia. La completa stabilità sottoastraglica non è ancora completamente raggiunta continuando ad essere pronata, durante la deambulazione viene supportata mediante inserti ortotici nelle scarpe normali. Manca ancora l'appoggio di tallone. La pronazione e la supinazione possono essere eseguite in maniera attiva se il movimento viene assistito manualmente. Le contratture nella muscolatura del tricipite della sura sono state risolte.

6.5 Programma di riabilitazione in acqua

Nel presente progetto di ricerca sono stati inclusi anche tre articoli che analizzano l'efficacia della riabilitazione in acqua. Lo studio di Güeita-Rodríguez, et al., 2021 (52) è uno studio misto il quale prevede sia una parte quantitativa sui benefici conseguenti al trattamento e una parte qualitativa ottenuta mediante intervista semi – strutturata volta ai genitori dei partecipanti; lo studio di Caputo, et al., 2018 (54) è un trial clinico non randomizzato all'interno dei quali i partecipanti sono stati assegnati al gruppo sperimentale solo se la loro residenza fosse entro i 60-80 km di distanza rispetto alla piscina dove è stata attuata l'acqua terapia mentre quello di Battaglia, et al., 2019 (57) analizza tre casi clinici.

Popolazione di studio: le caratteristiche specifiche della popolazione coinvolta in ciascuno studio sono riportate nella Tabella 7:

Articolo	Campione	Caratteristiche principali	Gr Sperimentale / Gr Controllo
Güeita-Rodríguez, et al., 2021 (52)	6 (5 M e 1 F) con autismo e i loro genitori che sono stati inclusi solo per la parte qualitativa	Età media 7.17 anni	“Trattamento con acquaterapia”
Caputo, et al., 2018 (54)	26 (17 M e 9 F) con autismo	Età media di 8 anni Punteggio medio ADOS 16.7	13 (11 M e 2 F) in “Trattamento standard e trattamento CI – MAT”
			13 (6 M e 7 F) in “Trattamento standard”
Battaglia, et al., 2019 (57)	3 (2 M e 1 F) con autismo	M1 età cronologica 11 anni, età mentale 4.3 anni	“Trattamento standard e trattamento CI – MAT”
		M2 età cronologica 14.8 anni, età mentale 4.7 anni	
		F1 età cronologica 15.11 anni, età mentale 6.9 anni	

Tabella 7 – caratteristiche della popolazione di studio

Criteri di inclusione; i bambini devono avere un'età compresa tra i 6 e i 12 anni (52) e la diagnosi medica di autismo secondo i criteri del DSM – V (52) (54) e diagnosi clinica convalidata mediante l'Autism Diagnostic Interview – Revised (ADI – R) e l'Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS) (54). Devono partecipare in maniera continuativa con acqua terapia per almeno tre mesi prima dell'inizio dello studio in quanto è richiesto tempo per provocare un adattamento mentale e creare una base di fiducia che sia solida (52). È stato chiesto ai bambini di non variare gli orari e i livelli delle loro attività di routine né di iniziare a praticare nuove attività sportive durante il periodo di studio (54). Né di svolgere altre attività fisica durante il periodo di studio (57). Devono avere la possibilità di partecipare ad almeno il 70-80% delle attività CI – MAT ed essere in grado dal punto di vista medico di partecipare ad un allenamento in acqua (57). Altro criterio di inclusione comune a tutti gli studi è il consenso informato da parte dei genitori.

Criteri di esclusione; presenza di altri disturbi di qualsiasi natura (52) (54), presentare gravi deficit sensoriali e/o motori (54), storie di lesioni ortopediche o interventi chirurgici (57). Non partecipare a

trattamenti CI – MAT o ad altri sistemi di terapia in acqua (54) o se impossibilitati a svolgere il minimo delle ore richiesto (57).

Trattamento: lo studio di Güeita-Rodríguez, et al., 2021 (52) propone un intervento di acqua terapia utilizzando strategie di apprendimento ed è basato sui movimenti quotidiani inclusi nei giochi acquatici, non si tratta quindi di un programma di nuoto.

Il programma di acqua terapia, durato 7 mesi con 2 sedute settimanali di 60 minuti ciascuna, è suddiviso in 4 fasi con lo scopo di influenzare i processi mentali associati ad esperienze distorte e di portare a cambiamenti permanenti nel tempo circa la capacità di svolgere le varie attività (concetto di Halliwick).

Le fasi sono: 1. rituale di ingresso dove si stimola l'approccio al nuovo ambiente, 2. adattamento mentale quindi controllo e dosaggio dei diversi tipi di input sensoriale, 3. fase di apprendimento ossia progettazione di compiti specifici utilizzando strategie che supportino l'apprendimento, 4. rituale di uscita quindi calmarsi e stabilire una connessione con il trasferimento fuori dall'acqua.

Gli studi di Caputo, et al., 2018 (54) e di Battaglia, et al., 2019 (57) propongono entrambi l'intervento CI – MAT; solo nel primo sia il gruppo controllo che sperimentale ricevono il trattamento standard consistente nella combinazione di logopedia e psicomotricità.

Il CI – MAT (Caputo e Ippolito – Multisystem Aquatic Therapy) è un trattamento progettato appositamente per i bambini con autismo sfruttando le strategie cognitive – comportamentali e i principi della teoria dell'attaccamento le cui risposte, nonostante i deficit affettivi e socio – comunicativi, sembrano essere equivalenti ai bambini con sviluppo tipico. Si tratta di un intervento multisistemico con lo scopo di affrontare sia i deficit primari di comunicazione sociale che quelli secondari riguardanti le abilità motorie e comportamentali attraverso l'incoraggiamento delle risposte di attaccamento nel bambino con ASD.

Il programma di intervento è suddiviso in tre fasi: “Fase di adattamento emotivo”, “Fase di adattamento al nuoto” e “Fase di integrazione sociale”. Nella prima fase, l'acqua della piscina viene utilizzata come potente stimolo che induce il bambino con autismo a entrare in contatto fisico con l'ambiente elicitando il fisiologico comportamento di attaccamento. L'esperto, insieme ai genitori, prende per mano il bambino e lo porta ad esplorare la piscina avvicinandosi progressivamente al bordo vasca ma se il bambino rifiuta il contatto con l'esperto, saranno i genitori ad accompagnarlo e lo impegneranno in attività ludiche finché non riuscirà a stare a bordo piscina senza la loro presenza. Dal momento in cui il bambino entra in acqua tende a preferire il contatto con il bordo vasca quindi viene incoraggiato ad aggrapparsi all'esperto favorendo comportamenti di attaccamento più funzionali. Quando la risposta di attaccamento è stata raggiunta e ben rinforzata, il bambino insieme all'esperto viene impegnato in attività acquatiche con lo scopo di costruire la base sicura.

Le attività proposte sono: lanciare via una palla e recuperarla, cavalcare sulle spalle dell'esperto, soffiare bolle, fare una danza in tondo nell'acqua, stare a cavallo sulla tagliatella acquatica e giocare con la tavola galleggiante. Si può passare alla seconda fase solo quando il bambino diventa capace di esplorare l'ambiente circostante utilizzando la figura dell'esperto solo come punto di riferimento. Scopo della "Fase di adattamento al nuoto" sta nel favorire l'apprendimento del nuoto attraverso esercizi natatori specificatamente adattati per bambini con disabilità. Al termine di questa fase il bambino avrà acquisito le competenze di galleggiamento sia supino che prono senza assistenza, di scivolamento in modo indipendente da un lato all'altro della piscina con movimenti rudimentali delle braccia e con calci a gamba piegata. La terza e ultima fase mira a favorire l'interazione e l'integrazione sociale del bambino con il gruppo stimolandolo a partecipare ad attività e giochi natatori di gruppo quali calci con i noodle, salti e galleggiamenti, nuoto con l'hula – hoop.

L'allenamento è principalmente aerobico per tutte e tre le fasi, la seconda prevede anche un po' di allenamento di resistenza. Le prime due fasi si svolgono una volta a settimana con rapporto 1:1 esperto – bambino mentre la terza si svolge due volte a settimana in piccoli gruppi da 4 a 6 bambini sia con disabilità che con sviluppo tipico con rapporto 1:3 esperti – bambini.

Le sedute, indipendentemente dalla fase, hanno una durata di 45 minuti. Il programma CI – MAT è durato 10 mesi (54) e 3 mesi (57).

Scale di outcome: PSPCSA (Pictorial Scale of Perceived Competence and Social Acceptance for Young Children) (52): scala che valuta la competenza percepita e il grado di accettazione sociale. Sono presenti 4 sottotest per un totale di 24 elementi che indagano la competenza cognitiva e fisica, l'accettazione materna e da parte dei pari. Punteggi più alti riflettono maggiori livelli di competenza e di accettazione.

WOTA 1 (Water Orientation Test Alyn 1st version) (52): valuta la capacità di adattamento mentale all'ambiente acquatico e la relativa capacità funzionale. Sono previsti 15 item con punteggio che varia da 0 a 3 con punteggi più alti che rimandano a maggiori capacità.

PedsQL (Pediatric Quality of Life Inventory) (52): valuta la qualità di vita correlata alla salute. I 23 item sono suddivisi nelle 5 scale multidimensionali che sono salute fisica e psicosociale, funzionamento emotivo, sociale e scolastico. Il punteggio di ciascun item ha un range da 0 (nessun problema) a 4 (estrema difficoltà nello svolgere l'attività). Ai punteggi ottenuti vengono assegnati punteggi inversi e convertiti in una scala da 0 a 100 affinché a punteggi più alti corrisponda una qualità di vita migliore.

Risultati qualitativi descritti ottenuti mediante intervista semistrutturata ai genitori su specifici argomenti di interesse quali il significato dell'intervento dell'acqua terapia, i modelli di comportamento e cambiamenti delle attività, la comunicazione sociale e l'interazione sociale (52).

CARS (Childhood Autism Rating Scale) (54): scala di valutazione della sintomatologia dell'autismo infantile; si osserva il comportamento del bambino sui 15 domini previsti dalla scala: reazione alle persone, imitazione, risposta emotiva, uso del corpo, uso degli oggetti, adattamento al cambiamento, risposta visiva, risposta all'ascolto, prossimità dei recettori, risposta alla paura o all'ansia, comunicazione verbale, comunicazione non verbale, livello di attività, risposta intellettuale, impressione generale.

Ciascun item ha un punteggio che varia da 1 a 4 dove 1 indica "entro i limiti normali per l'età", 2 "lievemente anormale per l'età", 3 "moderatamente anormale per l'età" mentre 4 "gravemente anormale per l'età". Quindi il punteggio totale varia da 1 a 60 e se questo è inferiore a 30 significa che il bambino non è autistico, tra 30 e 36.5 che l'autismo è presente in forma da lieve a moderata mentre un punteggio totale pari o superiore a 37 è indice di autismo grave.

VABS (Vineland Adaptive Behavior Scale) (54): attraverso un'intervista semi strutturata con un caregiver primario si valuta il comportamento adattivo dei bambini soprattutto negli ambiti della comunicazione (linguaggio ricettivo, espressivo e scritto), delle abilità motorie (capacità motorie fini e grossolane), di vita quotidiana (abilità nel prendersi cura di sé, abilità domestiche e comunitarie) e della socializzazione (relazione sociale, regolazione emotiva e comportamentale, attività ricreative) dalla nascita all'età adulta. Il punteggio totale in forma grezza dei 365 item viene convertito in punteggi equivalenti compresi tra 1 e 100 con punto limite fissato a 70. I punteggi vengono adeguati all'età e al livello di funzionamento adattivo.

HAAR (Humphries' Assessment of Aquatic Readiness) (54): scala di valutazione delle abilità acquatiche; è divisa in cinque sezioni che a loro volta presentano vari item: adattamento mentale (5 item), introduzione all'ambiente acquatico (10 item), rotazioni (3 item), equilibrio e controllo (8 item) e movimento indipendente in acqua (6 item). Durante la valutazione il bambino è in acqua con il suo esperto CI – MAT mentre i due esaminatori, esperti anch'essi CI – MAT, si trovano fuori.

Caratteristiche antropometriche (57): peso con bilancia elettronica (indossavano solo la biancheria intime), altezza con stadiometro standard (soggetti scalzi in stazione eretta), BMI con formula kg/m^2

TGMD (Test of Gross Motor Development) (57): valuta le capacità motorie generali. È composto da due sottotest che misurano 7 abilità di locomozione (corsa il più velocemente possibile per 15 metri, galoppo per dieci metri, salto su una gamba per cinque metri, salto in avanti, salto orizzontale e fare piccoli salti in avanti e lateralmente, scivolare) e 5 abilità di controllo degli oggetti (prendere una palla con una racchetta da tennis, rimbalzo stazionario, prendere una palla, calciare la palla correndo e lanciare in alto una palla con la mano). Per assegnare i punteggi alle performance e alle varie sequenze di movimento, i partecipanti sono stati videoregistrati. Essi hanno potuto ripetere ciascuna prova tre volte; il punteggio è di 1 quando il soggetto ha ottenuto buoni risultati per due volte, di 0

quando il soggetto non è stato in grado di eseguire il test. Sono stati calcolati due punteggi totali grezzi (massimo 48pt) relativi alla locomozione e al controllo degli oggetti sommando gli elementi relativi a ciascuna scala.

Programma di osservazione mediante videoregistrazione che fornisce misure dell'interazione e del contatto dei partecipanti. Vengono osservati per 50 minuti in piscina e 15 in spogliatoio durante le attività preparatorie, 8 comportamenti: 4 per l'interazione (attenzione congiunta, gioco congiunto, ricerca della presenza dell'altro, obbedire al proprio turno) e 4 per il contatto (sensibilità alla presenza dell'altro, solitudine, contatto visivo, osservazione degli altri comportamenti). Punteggi da 0, mai, a 4, sempre che permettono di misurare la frequenza del comportamento di interesse del bambino (punteggi più alti significano comportamenti socialmente orientati ad eccezione della solitudine).

Risultati trattamento: tutte le valutazioni degli outcome misurati sono state eseguite pre e post trattamento.

Per quanto riguarda i risultati quantitativi ottenuti nello studio di Güeita-Rodríguez, et al., 2021 (52) si può affermare che il sottotest di PSPCSA “competenza fisica” abbia riportato risultati significativi e la dimensione dell'effetto del miglioramento sia ampia, invece nei due sottotest “accettazione materna e tra pari” non ci sono miglioramenti significativi ma la dimensione dell'effetto dell'aumento dei valori è stata moderata. La “competenza cognitiva” non ha mostrato variazioni.

Nella scala multidimensionale “funzionamento scolastico” del PedsQL la dimensione dell'effetto del miglioramento è stata ampia, per “salute fisica e psicosociale” invece è stata moderata. Per “funzionamento emotivo” la dimensione è minima.

Nella scala WOTA 1 la dimensione dell'effetto del miglioramento nel funzionamento acquatico è ampia ma i miglioramenti non hanno raggiunto livelli significativi.

Invece per quanto riguarda i risultati qualitativi tutti i genitori hanno descritto l'acqua terapia come un'attività indirizzata al movimento benefica per i figli sottolineando l'importanza che essa venga svolta insieme ad altri bambini. Viene considerata come attività motivante perché amano l'acqua e la vedono come un gioco. Durante i giorni di acqua terapia i bambini erano più felici, rilassati, sereni e calmi; in tre partecipanti è stato segnalato un abbassamento del livello di frustrazione e dell'inflessibilità dinnanzi a cambiamenti che avvengono fuori dalla piscina. Quattro partecipanti hanno riportato qualche miglioramento nelle attività di preparazione in spogliatoio continuando comunque a richiedere tempo e pazienza. Quattro partecipanti hanno riferito che gli insegnanti hanno rilevato comportamenti meno distruttivi e/o aggressivi e miglioramenti nella relazione con gli altri bambini. Tre partecipanti riferiscono miglioramento nel rapporto genitore – figlio. Risulta ancora difficoltosa la relazione di gioco che risulta ristretta e deve rispondere agli interessi del bambino. Quattro genitori riferiscono miglioramenti nella comunicazione non verbale consentendo il

mantenimento di una certa reciprocità emotiva condividendo affetti ed emozioni dopo l'intervento. Tutti affermano come continui ad essere difficile l'instaurare e il mantenere la relazione. Nessuno riferisce cambiamenti nella comunicazione verbale. A livello emotivo c'è una tendenza verso le emozioni positive in quanto ci sono valori estremamente positivi anche se alcuni genitori hanno espresso la necessità di una spiegazione più chiara degli obiettivi non natatori previsti dal programma di intervento.

Considerando i risultati finali ottenuti dal metodo misto si conferma che l'intervento di acqua terapia abbia portato a miglioramenti nella competenza fisica, nell'accettazione materna e tra pari, nelle abilità acquatiche e nel funzionamento scolastico.

È stata notata anche una discordanza tra risultati qualitativi e quantitativi infatti dal punto di vista qualitativo i genitori hanno rilevato miglioramenti nella comunicazione non verbale, nella reciprocità emotiva e nell'interazione genitore-figlio mentre quantitativamente c'è stato un miglioramento nella competenza fisica non rilevato dai genitori.

Nello studio Caputo, et al., 2018 (54) a T1, alla scala CARS, il gruppo sperimentale possiede punteggi significativamente più alti rispetto al gruppo controllo sulla risposta visiva e sulla paura o sull'ansia mentre a T2 i punteggi erano significativamente più bassi sulla risposta emotiva, sull'adattamento al cambiamento e sul livello di attività. All'interno del gruppo sperimentale ci sono stati miglioramenti significativi su tutti gli items tranne su comunicazione non verbale e impressione generale mentre nel gruppo controllo nessuna differenza significativa in nessun item. Considerando solo il sottocampione maschile, aveva punteggio significativamente più alti rispetto al gruppo controllo nella risposta all'ascolto a T1 mentre a T2 significativamente più bassi sugli item dell'adattamento al cambiamento e del livello di attività. Si confermano i risultati tranne per la risposta emotiva il cui miglioramento non era più significativo nel sottocampione maschile.

Alla scala VABS, a fine trattamento, il gruppo sperimentale ha punteggio significativamente più alto rispetto al gruppo controllo sull'item della vita quotidiana. Ponendo a confronto i gruppi a T1 e T2, il gruppo sperimentale ha ottenuto miglioramenti significativi in tutte le sottoscale VABS mentre il gruppo sperimentale nella comunicazione, nelle abilità motorie e nel punteggio composito. Analizzando solo il sottocampione maschile ci sono miglioramenti ma non significativi nel gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo dopo il periodo di intervento.

La scala HAAR è stata somministrata solo al gruppo sperimentale e ha riportato punteggi significativamente più alti rispetto a T1 sui punteggi percentuali in tutte le sezioni.

Infine nello studio di Battaglia, et al., 2019 (57), considerando le capacità motorie generali (TGMD), il partecipante M1 è migliorato in rimbalzo stazionario, presa, calcio e lancio dall'alto, abilità di corsa e salto orizzontale, M2 in tutte le abilità del controllo oggetti e locomotorie mentre F1

è migliorata in corsa, salto su una gamba, salto orizzontale, scivolata, abilità di presa, calcio e lancio in alto. Mediante le videoregistrazioni si è analizzato il comportamento sociale rilevando miglioramenti nell'attenzione congiunta per M1, nel rispetto del proprio turno per M2 mentre F1 è migliorata nella sensibilità alla presenza degli altri, contatto visivo, attenzione congiunta, gioco congiunto, nel rispetto del proprio turno e i comportamenti di solitudine sono diminuiti.

CAPITOLO 7: DISCUSSIONE

I risultati degli studi presenti in letteratura forniscono le prime evidenze sperimentali che un programma riabilitativo basato sull'esercizio motorio, in aggiunta al trattamento convenzionale a carattere psicoeducativo, rappresenta un valido approccio nel trattamento del bambino con Disturbo dello Spettro Autistico portando a miglioramenti importanti sulle sfere motorie, relazionali e sociali. Considerando la variabilità degli studi selezionati per il presente progetto di ricerca in termini di proposta di trattamento, outcome e scale di misura e l'estrema eterogeneità della sintomatologia autistica, diventa molto complicato determinare la maggiore efficacia di un trattamento rispetto all'altro, per cui sono necessari ulteriori studi futuri con maggiore rigore metodologico.

Gli studi di Jungade, 2020 (51) e di Kratz, 2020 (56) analizzano l'efficacia di due approcci di terapia manuale, il rilascio miofasciale e il drenaggio linfatico manuale, che hanno portato a miglioramenti delle funzioni cognitive e comportamentali (51), e del cammino in punta (56).

La terapia manuale sembra portare a cambiamenti della connettività a riposo influenzando sull'integrazione degli input sensoriali con le regioni emotive e cognitive superiori; è dimostrato che abbia effetti anche sulla modulazione del dolore perché capace di apportare modifiche nell'equilibrio tra eccitazione ed inibizione nei diversi circuiti neurali coinvolti. Inoltre tale approccio favorisce una migliore circolazione sanguigna e linfatica con conseguente maggiore ossigenazione e rimozione delle sostanze di scarto, tra le quali anche le citochine proinfiammatorie.

Le due tecniche analizzate hanno delle peculiarità che ne determinano l'efficacia.

Nel rilascio miofasciale è importante esercitare una pressione delicata ma decisa che sia mantenuta nel tempo anche se non è ben chiaro quale sia il valore ottimale di pressione per ottenere il massimo dei miglioramenti possibili. Ad ogni modo, se questa fosse eccessiva, si otterrebbe una reazione protettiva di difesa da parte del muscolo, in caso contrario non verrà generato l'effetto pizzelettrico in cui le cellule si eccitano iniziando a vibrare finché si crea una risonanza che permette all'energia bloccata di fluire e ai tessuti di reidratarsi con risultato finale il rilascio dei tessuti stessi.

Mentre il drenaggio linfatico manuale sembra essere più efficace dello stretching in quanto si seguono specifici percorsi anatomici linfatici e circolatori e prevede lo svuotamento delle stazioni linfonodali.

La mobilitazione dei liquidi comporta quindi l'allungamento dei tessuti consentendo il raggiungimento della posizione neutra in dorsiflessione, la risoluzione, mantenute anche al follow – up di un anno, delle restrizioni strutturali e della rigidità che si possono essere instaurate in seguito ad un processo infiammatorio coinvolgente il terreno cellulare o all'incapacità di contrazione volontaria dei muscoli per disprassia i quali non hanno più svolto il loro fisiologico ruolo di pompa circolatoria.

I bambini con autismo presentano frequentemente un pattern del cammino alterato con lo schema del passo punta – punta che persiste anche oltre i tre anni di età. Essi, caricando solo sull'avampiede, spesso vanno incontro ad alterazioni funzionali e, se non adeguatamente trattate, scheletriche che sono impattanti sulla qualità di vita e potrebbero richiedere un intervento chirurgico.

Si sottolinea l'importanza del raggiungimento almeno dei gradi neutri di dorsiflessione perché solo allora si potranno raggiungere anche altri obiettivi grazie al rapido miglioramento della stazione eretta e dell'andatura, inoltre il soggetto potrebbe diventare più consapevole del suo corpo, più ricettivo a livello sensoriale e partecipativo alla sua vita.

La letteratura suggerisce diverse opzioni di trattamento conservativo che devono essere scelte in base all'età, all'eziologia del cammino in punta, alle capacità cognitive e linguistiche del bambino e alla gravità della contrattura presentata. I principali sono: lo stretching, la terapia manuale, tecniche di massaggio, esercizi di resistenza progressiva, strategie senso – motorie o di controllo motorio, l'utilizzo di calzature specifiche o di plantari, proposta di allenamento con feedback uditivo aumentato, trattamento con casting seriale e/o con ortesi oppure la chemiodenervazione con tossina botulinica.

Lo studio di Barkocy, et al., 2021 (53) ha dimostrato miglioramenti importanti del cammino in punta su quattro dei cinque partecipanti inclusi, proponendo un trattamento combinato di cast seriale e ortesi caviglia – piede (AFO). Il trattamento con cast seriale, di durata variabile per ciascun partecipante, prevede l'allungamento a basso carico e per lungo tempo del muscolo tricipite della sura quindi è efficace nel recupero del range di movimento in dorsiflessione. Si è notato però che i risultati non vengono mantenuti nel tempo pertanto si procede con il trattamento con AFO per sei mesi capace di migliorare la deambulazione dal punto di vista funzionale.

Il paziente più anziano ha registrato minori progressi rispetto agli altri partecipanti quindi ancora una volta si conferma l'ipotesi che l'età possa giocare un ruolo importante nell'indurre cambiamenti nel cervello sfruttando la sua plasticità cerebrale. Un altro fattore che bisogna assolutamente tenere in considerazione quando si trattano i bambini con ASD è la loro tendenza ad essere ansiosi, preoccupati, in una condizione di disagio sociale e ad avere comportamenti inadeguati, ciò potrebbe portare a

variazione nelle prestazioni cliniche rendendo difficile la standardizzazione e quindi un confronto oggettivo tra i vari risultati.

È stata studiata l'influenza della stimolazione uditiva ritmica nell'allenamento dell'andatura ed è emerso come questa tecnica sia in grado di migliorare le capacità motorie grossolane, la percezione sensoriale, l'inserimento motorio in compiti cognitivi complessi, i meccanismi di aggiustamento e di controllo propriocettivo.

Il ritmo, oltre a fornire una stimolazione cadenzata ai centri motori del cervello, produce una rapida sincronizzazione motoria anche in presenza di disturbi neurologici; il feedback uditivo esterno crea un'interazione feed – forward che consente la pianificazione predittiva dell'output motorio diminuendo le richieste interne migliorando quindi la coordinazione e l'efficienza del movimento facilitando l'automatizzazione della risposta. Pertanto si può affermare che i segnali ritmici aumentino la plasticità corticale potenziando così la connettività strutturale e la funzionalità del cervello.

Oltre a ciò, il ritmo musicale attiva temporaneamente il controllo muscolare delle strutture in movimento riducendo la sensazione di esaurimento muscolare, ottimizzando l'esecuzione del movimento in termini di coordinazione, forza, resistenza e velocità.

L'articolo di El Shemy & El-Sayed, 2018 (49) in cui entrambi i gruppi hanno ricevuto un trattamento fisioterapico specifico ma solo il gruppo sperimentale è stato sottoposto anche ad allenamento dell'andatura con feedback uditivo esterno aggiuntivo, ha dimostrato come tutti i bambini di entrambi i gruppi abbiano comunque riportato miglioramenti funzionali delle capacità motorie generali dopo l'intervento.

Il controllo posturale dei bambini con autismo è sovente compromesso impattando sul funzionamento globale e sulla loro qualità di vita. Si tratta di un sistema automatico che si basa su input visivi, vestibolari e propriocettivi con coinvolgimento dei processi attentivi. Vari fattori possono influenzare l'equilibrio: tenere gli occhi aperti o chiusi, l'eventuale presenza di problemi cognitivi più o meno gravi o visivi come lo strabismo inoltre sembra esserci correlazione diretta tra gravità della sintomatologia autistica e maggiori deficit di equilibrio.

È stato dimostrato che anche un periodo breve di training dell'equilibrio, nello studio di Caldani, et al. 2020 (48) dura solo sei minuti, riesca a modificare la morfologia del cervello parallelamente al miglioramento della stabilità posturale. L'ipotesi della maggiore plasticità cerebrale dei bambini potrebbe esserne la spiegazione. Si deve pur sempre tenere conto del fatto che sia richiesta la pianificazione di un programma di allenamento individualizzato perché solo così si riesce ad avere

maggior controllo sulla eterogeneità del fenotipo autistico fornendo possibilità di progresso maggiori rispetto alle abilità di ciascun partecipante.

Inoltre, vista l'implicazione del cervelletto nei diversi processi cognitivi, l'allenamento visuo – posturale porta i bambini ad usufruire di tutte le informazioni sensoriali per poi integrarle tra di loro proprio attraverso il cervelletto con conseguenze positive sia sui processi posturali ma anche sulle funzioni cognitive come il linguaggio o la memoria di lavoro.

Proporre un trattamento con compito dual task permette al terapeuta di comprendere il grado di automatizzazione della risposta posturale in un contesto di integrazione multimodale con carico cognitivo associato. Se il compito dual task dovesse prevedere l'analisi di immagini coinvolgenti gli aspetti emotivi, si potrebbero avere maggiori variazioni nei parametri posturali rispetto all'analisi di immagini di oggetti neutri perché richiedono un carico cognitivo aumentato. Le risorse cognitive non vengono più investite nel mantenimento dell'equilibrio bensì nella decodificazione dell'emozione con risultato finale di maggiore instabilità. Quindi l'obiettivo del training dell'equilibrio diventa automatizzare sempre di più la risposta posturale affinché le risorse cognitive possano essere rese disponibili nell'affrontare le molteplici richieste ampliando le opportunità di esplorare e interagire con l'ambiente circostante.

Molto frequenti sono i movimenti stereotipati che risultano essere autostimolanti poiché forniscono input sensoriali ma possono provocare un'interruzione significativa nel processo di crescita e sviluppo. Nell'esecuzione ripetitiva di tali movimenti afinalistici viene richiesta quasi tutta la capacità attentiva del bambino che non riesce quindi più a rispondere ad altri stimoli provenienti dall'ambiente esterno ampliando le sue difficoltà sociali e di adattamento. Le stereotipie sono purtroppo altamente resistenti al trattamento rappresentando un grosso problema per i genitori. Nonostante questo, lo studio di Moradi, et al. 2018 (50) ha dimostrato che un intervento basato sull'esercizio fisico può essere efficace nella riduzione dei comportamenti stereotipati: l'attività motoria proposta fornisce un feedback sensoriale simile ma più appropriato alla stereotipia presentata, in questo modo i movimenti "addestrati" si sovrappongono a quelli stereotipati contribuendo alla loro riduzione e talvolta alla loro scomparsa.

Oltre all'esercizio è stato proposto un intervento nutrizionale che prevede la somministrazione di un supplemento di vitamina D che è stato dimostrato svolga un ruolo importante nei processi di differenziazione neuronale, nella neurotrasmissione e nella funzione sinaptica oltre che nella modulazione dell'ansia, del comportamento sociale e delle stereotipie.

Si potrebbe maggiormente indagare se la somministrazione di vitamina D alle madri in gravidanza possa essere ritenuto un trattamento preventivo volto alla riduzione della prevalenza di autismo.

È stata registrata una significativa riduzione del comportamento stereotipato sia che essi abbiano ricevuto un supplemento giornaliero di vitamina D sia che abbiano svolto il programma di esercizi previsto. Maggiori progressi li ha però riportati il gruppo di bambini che è stato sottoposto ad una combinazione dei due trattamenti: avere livelli adeguati di vitamina D potrebbe migliorare la conformità morfologica dei muscoli attraverso un maggiore assorbimento del calcio con effetti positivi sulla funzione neuromuscolare; il sistema muscolare è così meglio predisposto all'esecuzione degli esercizi motori con maggiori progressi sulle prestazioni motorie e percettive.

Un altro ormone che influisce sul comportamento stereotipato e nei meccanismi di riconoscimento facciale è la serotonina; esso viene rilasciato durante lo svolgimento dell'attività fisica quindi incentivare i bambini ad essa potrebbe avere un impatto significativo nella riduzione del gap tra i bambini con autismo e i loro coetanei con sviluppo tipico.

L'esercizio, oltre a migliorare il comportamento motorio e le abilità comunicative, porta a benefici anche nella presa, nella destrezza manuale, nella motricità fine e nella manualità. Questi aspetti riflettono una migliore capacità del bambino nel controllo della penna, nella leggibilità della scrittura e nella capacità di eseguire movimenti raffinati che possono incrementare il livello di autonomia nelle ADL e nelle attività di gioco che non sono più motivo di esclusione o di percezione di diversità rispetto ai coetanei; inoltre il raggiungimento e la padronanza di tali skills hanno un effetto positivo sul percorso accademico (47).

I bambini con disturbi dello sviluppo sembrano avere più successo nell'acquisire abilità motorie in un ambiente acquatico rispetto ad un ambiente terrestre grazie alle proprietà dell'acqua quali la pressione idrostatica, la temperatura, la viscosità, la galleggiabilità, la riduzione degli effetti della gravità con minori vincoli corporei. Inoltre i movimenti vigorosi a contatto e contro la pressione dell'acqua e l'intensa stimolazione sensoriale che essa provoca, possono generare un effetto calmante generale nel bambino migliorando la capacità di interagire e comunicare con gli altri.

Gli articoli di Güeita-Rodríguez, et al., 2021 (52), di Caputo, et al., 2018 (54) e di Battaglia, et al., 2019 (57) propongono il trattamento acquatico riportando miglioramenti nelle abilità motorie e di coordinazione, nelle condizioni fisiche generali con maggiore capacità aerobica e forza muscolare, nei livelli di attività, nel controllo degli oggetti, nelle abilità locomotorie, nelle skills sociali ed emotive con minore incidenza di comportamenti stereotipati, aggressivi e/o autolesionisti, nel funzionamento scolastico, nella capacità di adattamento al cambiamento oltre che nelle abilità natatorie, potenziando così l'autonomia del bambino.

Il trattamento è stato svolto nelle piscine pubbliche, luoghi che rappresentano un'occasione di partecipazione alle attività e di interazione sociale incrementando la consapevolezza del proprio corpo, l'autostima e la fiducia in sé stessi.

In generale, i bambini con autismo presentano livelli di attività fisica più bassi rispetto ai loro coetanei con sviluppo tipico con maggiori probabilità di andare incontro a sovrappeso e/o a problemi di natura cardiovascolare. Per questo motivo, il fisioterapista potrebbe giocare un ruolo nell'incentivare e nell'introdurre i bambini a svolgere attività fisica sportiva in ottica preventiva. È da considerare che anche durante lo sport, i bambini con autismo o più in generale con disabilità, possono ritrovarsi di fronte a barriere e difficoltà apparentemente insormontabili che li costringerebbero ad estranearsi e a rinchiudersi ancora di più in loro stessi. Pertanto si rivela, ancora una volta, essere importante un lavoro in team con una buona capacità di confronto tra le varie figure nel rispetto dei propri ambiti di competenza con il fine ultimo di comprendere quali siano le barriere più impattanti per ciascun bambino e provvedere alla loro rimozione o adeguamento (63).

La letteratura ad oggi presente conferma che una presa in carico fisioterapica dei bambini con diagnosi di Disturbo dello Spettro Autistico sia importante per migliorare gli aspetti motori, relazionali e sociali. Per ottenere progressi più significativi, tale presa in carico dovrebbe essere il più precoce possibile e avere come obiettivi, oltre al raggiungimento della deambulazione autonoma, anche tutti gli altri aspetti motori quali equilibrio, coordinazione o destrezza manuale, che vanno sempre condivisi con la famiglia e con le altre figure professionali che si occupano del bambino con autismo.

7.1 Criticità dello studio e prospettive future

Dall'analisi dei risultati emergono alcune criticità intrinseche agli articoli presenti in letteratura che non permettono la generalizzazione dei risultati.

Primo fra tutti, le caratteristiche del campione in quanto è, in termini di bambini reclutati, poco rappresentativo rispetto alla popolazione totale di bambini autistici che sta peraltro via via aumentando sempre di più.

Inoltre c'è una netta prevalenza di bambini rispetto alle bambine e questo potrebbe aver influenzato i risultati finali come parzialmente dimostrato nello studio di Caputo, et al., 2018 (54).

Non tutti gli studi sono stati condotti in una stessa area geografica quindi i risultati ottenuti potrebbero avere risentito delle influenze demografiche, sociali e culturali diffuse nel Paese.

Si è scelto di includere qualsiasi disegno di studio e si è notato come la letteratura, per questo specifico argomento, sia ancora carente rispetto a studi con elevate evidenze scientifiche attraverso i quali si può analizzare l'efficacia delle varie proposte di trattamento.

Peraltro, essendo gli studi di Jungade (51) e di Kratz, 2020 (56) incentrati su un solo caso, non è possibile proporre lo stesso identico trattamento ad altri bambini in quanto dovrebbero essere primariamente valutati e poi sottoposti ad un trattamento individualizzato. Altro bias riscontrato solo nello studio di Jungade (51) che rende difficile la replicabilità del trattamento è la mancanza di misure oggettive per la pressione manuale applicata durante il release miofasciale.

Un'importante criticità sta nella variabilità della durata sia delle sessioni e loro cadenza settimanale sia dell'intero programma. Nello specifico, le sessioni variano da 6 a 90 minuti con cadenza da settimanale a trisettimanale mentre la durata dell'intero programma ha un range di tempo da 1 giorno a 10 mesi.

Di fronte a questi dati sorge spontanea la riflessione su quale sia la durata delle sessioni, dell'intero programma e la frequenza settimanale più efficace nel bambino con autismo.

Altra problematicità la si può individuare nelle caratteristiche del gruppo controllo che, per esempio, nello studio di Caputo, et al., 2018 (54) non è stato sottoposto ad un allenamento standard di nuoto classico negando la possibilità di mettere in risalto le peculiarità del trattamento CI – MAT. Invece negli studi di Caldani, et al. 2020 (48) e di Battaglia, et al., 2019 (57) non è stato preso in considerazione un gruppo di controllo costituito esclusivamente da bambini con sviluppo tipico.

Sono sempre state condotte le valutazioni sia all'inizio che alla fine del trattamento, tuttavia non sempre è stato effettuato un follow – up di tre o più mesi quindi è impossibile valutare il mantenimento nel tempo dei risultati ottenuti.

È risaputo come i bambini con autismo siano maggiormente soggetti ad ansia, preoccupazioni, disagio sociale e questo, come evidenziato in particolare modo dallo studio di Barkocy, et al., 2021 (53), potrebbe aver condizionato gli outcome finali.

I bambini con autismo spesso ottengono punteggi bassi ai test per la valutazione del quoziente intellettivo rimandando alla presenza di un declino cognitivo più o meno importante. L'ipotesi che la capacità di apprendimento sia strettamente correlata al quoziente intellettivo è ampiamente supportata dalla letteratura.

Nel presente progetto, solo lo studio di Moradi, et al. 2018 (50) ha posto come criterio di inclusione punteggi dell'IQ superiori a 70. Quindi i partecipanti con gravi deficit cognitivi che hanno preso parte agli altri studi, potrebbero aver riportato poco cambiamento rispetto alla baseline con risonanza negativa contribuendo alla maggiore disomogeneità dei risultati generali ottenuti.

L'analisi di queste criticità dovrebbe incoraggiare futuri studi, meglio se randomizzati, a includere campioni di dimensioni più grandi e a essere attentamente controllati per quanto riguarda le variabili di genere, demografiche e socio culturali.

Inoltre si dovrebbe proporre una stratificazione dei partecipanti per età, gravità della sintomatologia autistica e ritardo cognitivo presentato. Questo potrebbe contribuire alla maggiore comprensione degli effetti terapeutici di una presa in carico riabilitativa precoce.

Anche la variabile sesso può influire i risultati ottenuti, specialmente se si indaga l'aspetto emotivo: lo studio di Güeita-Rodríguez, et al., 2021 (52) ha riportato un miglioramento significativo solo se preso in considerazione il campione intero mentre questo non era più significativo quando si è esaminato il sottocampione maschile. Questo fatto potrebbe essere spiegato dal fatto che i maschi con autismo mostrino maggiori difficoltà sociali e di esternalizzazione rispetto alle femmine ma la letteratura in merito è controversa.

Sono necessari protocolli di esercizi standardizzati in termini di durata e frequenza della singola sessione e dell'intero programma con outcome e scale di misura oggettive e il più possibile sovrapponibili; solo così si potrà analizzare e confrontare con maggiore rigore metodologico i vari risultati ottenuti stabilendo quale possa essere il trattamento gold standard.

Potrebbe essere interessante investire in ulteriori ricerche che prevedano la combinazione di studi di neuro – imaging con la proposta dei vari programmi riabilitativi con lo scopo ultimo di conoscere come il cervello con la sua plasticità sia capace di adattarsi e modificarsi in risposta al trattamento proposto.

Mentre, per quanto riguarda l'allenamento specifico sul controllo posturale, studi futuri si potrebbero concentrare sull'ideazione di un programma riabilitativo con focus sull'equilibrio analizzando la sua efficacia in ottica funzionale rispetto alla riduzione del rischio di caduta. Si potrebbe quindi improntare un lavoro di prevenzione rispetto ad eventuali comorbilità di carattere ortopedico le quali significherebbero maggiori costi a carico del Sistema Sanitario Nazionale e influenza negativa sulla qualità di vita dei bambini e delle loro famiglie.

Grazie al continuo progresso della medicina e all'elaborazione di strumenti sempre più accurati e sensibili al cambiamento ci si potrà dare una migliore spiegazione sui meccanismi eziopatogenetici che stanno alla base del disturbo dello spettro autistico e come l'esercizio motorio o comunque l'attività fisica in generale, possa entrare in gioco nella regolazione del fenotipo comportamentale di tali bambini.

CAPITOLO 8: CONCLUSIONI

La revisione bibliografica è stata condotta con lo scopo di verificare l'efficacia dell'esercizio motorio nel bambino nello sviluppo delle competenze motorie, relazionali e sociali. Si evidenzia come i risultati attualmente disponibili in letteratura siano davvero incoraggianti nonostante non si possano ritenere definitivi viste le numerose criticità riscontrate e precedentemente analizzate. In tutti gli studi anche se sono stati proposti trattamenti molto diversi fra loro, sono stati osservati miglioramenti significativi rispetto alle variabili considerate, senza però riuscire a stabilire la maggiore efficacia di una proposta terapeutica rispetto all'altra. Si sottolinea quindi l'importanza di valutare il più precocemente possibile il profilo motorio del bambino, i suoi punti di forza e debolezza, per poi pianificare un programma riabilitativo individualizzato cercando di massimizzare gli outcome.

Si conclude il presente progetto di ricerca con una massima del medico e anatomista Giovanni Battista Morgani, considerato "il padre della patologia moderna": *Hic est locus ubi mors gaudet succurrere vitae* (È questo il luogo dove la morte gode nel dare soccorso alla vita). La stessa, rimanda al fatto che l'attuale ricerca ancora agli albori sui miglioramenti raggiunti dai pochi bambini con autismo sottoposti ad uno specifico trattamento incentrato sull'esercizio motorio, possa portare gli esperti a considerare la presa in carico sia psicoeducativa che motoria come trattamento standard. Ciò comporterebbe una maggiore accessibilità da parte delle famiglie ai percorsi di riabilitazione con influenza positiva sul percorso di vita del proprio bambino, sulla loro interazione sociale con i coetanei, con i genitori stessi e quindi sulla loro qualità di vita.

8.1 Limiti dello studio

I principali limiti riscontrati sono identificabili nella difficoltà durante il processo di selezione degli articoli i quali, per essere inclusi, dovevano avere come focus l'esercizio motorio e non l'attività fisica e/o sportiva; nel ridotto numero di studi di buona efficacia e nel limitato rigore metodologico applicato; nell'impossibilità di generalizzare i risultati a tutta la popolazione con autismo in seguito al campione ridotto, all'alta prevalenza del sesso maschile e all'eterogeneità della gravità della sintomatologia riportata. Un altro limite è rappresentato dalla poca sovrapposibilità delle variabili considerate, delle scale di misura somministrate, della durata complessiva della singola sessione e dell'intero programma di trattamento.

BIBLIOGRAFIA

1. **Cottini, L.** *Che cos'è l'autismo infantile*. Roma : Faber, 2013.
2. **Surian, L.** *L'autismo. Cos'è, come intervenire, cosa possono fare le famiglie, gli insegnanti, gli operatori*. Bologna : il Mulino, 2005.
3. *Autism spectrum disorders and neuropathology of the cerebellum*. **Hampson, DR. e Blatt, GJ.** 6 Nov 2015, *Frontiers in Neuroscience*. PMID: 26594141.
4. *The Cerebellum and Neurodevelopmental Disorders*. **Stoodley, CJ.** 1, London, England : s.n., 2016, *Cerebellum*, Vol. 15, p. 34-37. PMID: 26298473.
5. *Autism spectrum disorder: neuropathology and animal models*. **Varghese, M., et al.** 4, Oct 2017, *Acta neuropathologica*, Vol. 134. PMID: 28584888.
6. **Militerni, R.** *Neuropsichiatria infantile*. VII. Napoli : Idelson-Gnocchi, 2021.
7. **Fava, L., Valeri, G. e Vicari, S.** *L'autismo. Dalla diagnosi al trattamento*. Bologna : il Mulino, 2012.
8. *Movement analysis in infancy may be useful for early diagnosis of autism*. **Teitelbaum, P., et al.** 23, 10 Nov 1998, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 95. PMID: 9811912.
9. *Analysis of unsupported gait in toddlers with autism*. **Esposito, G., et al.** 5, May 2011, *Brain & development*, Vol. 33, p. 367-373. PMID: 20708861.
10. *Decreased static and dynamic postural control in children with autism spectrum disorders*. **Fournier, KA., et al.** 1, May 2010, *Gait & posture*, Vol. 32, p. 6-9. PMID: 20400311.
11. *Gait deviations in children with autism spectrum disorders: a review*. **Kindregan, D., Gallagher, L. e Gormley, J.** 2015, *Autism research and treatment*. PMID: 25922766.
12. *Infant motor skill predicts later expressive language and autism spectrum disorder diagnosis*. **LeBarton, ES. e Landa, RJ.** Feb 2019, *Infant behavior & development*, Vol. 54, p. 37-47. PMID: 30557704.
13. *The relationship of motor skills and adaptive behavior skills in young children with autism spectrum disorders*. **MacDonald, M., Lord, C. e Ulrich, D.** 11, 1 Nov 2013, *Research in autism spectrum disorders*, Vol. 7, p. 1383-1390. PMID: 25774214.
14. *Physiological Profile Assessment of Posture in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder and Typically Developing Peers*. **Perin, C., et al.** 10, 27 Sep 2020, *Brain sciences*, Vol. 10. PMID: 32992546.
15. *Relationships Between Gross Motor Skills and Social Function in Young Boys With Autism Spectrum Disorder*. **Holloway, JM., Long, TM. e Biasini, F.** 3, Jul 2018, *Pediatric physical therapy : the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, Vol. 30, p. 184-190. PMID: 29727358.

16. *Postural Control and Interceptive Skills in Children With Autism Spectrum Disorder*. **Chen, LC., et al.** 9, 1 Sep 2019, Physical therapy, Vol. 99. PMID: 31187124.
17. *Quantitative Assessment of Sensory Integration and Balance in Children with Autism Spectrum Disorders: Cross-Sectional Study*. **Abdel Ghafar, MA., et al.** 3, Basel, Switzerland : s.n., 3 Mar 2022, Children, Vol. 9. PMID: 35327725.
18. *Motor stereotypies in children with autism and other developmental disorders*. **Goldman, S., et al.** 1, Jan 2009, Developmental medicine and child neurology, Vol. 51, p. 30-38. PMID: 19087102.
19. *Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis*. **Fournier, KA., et al.** 10, Oct 2010, Journal of autism and developmental disorders, Vol. 40, p. 1227-1240. PMID: 20195737.
20. *Interpersonal Synchronization, Motor Coordination, and Control Are Impaired During a Dynamic Imitation Task in Children With Autism Spectrum Disorder*. **Xavier, J., et al.** 3 Sep 2018, Frontiers in psychology, Vol. 9. PMID: 30233439.
21. *Moving Toward Understanding Autism: Visual-Motor Integration, Imitation, and Social Skill Development*. **Lidstone, DE. e Mostofsky, SH.** Sep 2021, Pediatric neurology, Vol. 122, p. 98-105. PMID: 34330613.
22. *Gross Motor Profile and Its Association with Socialization Skills in Children with Autism Spectrum Disorders*. **Pusponegoro, HD., et al.** 6, Dec 2016, Pediatrics and neonatology, Vol. 57, p. 501-507. PMID: 27161079.
23. *Three-Dimensional Kinematic Analysis of Prehension Movements in Young Children with Autism Spectrum Disorder: New Insights on Motor Impairment*. **Campione, GC., et al.** 6, Jun 2016, Journal of autism and developmental disorders, Vol. 46, p. 1985-1999. PMID: 26861718.
24. *Motor planning and control in autism. A kinematic analysis of preschool children*. **Forti, S., et al.** 2011, Research in Autism Spectrum Disorders, Vol. 5, p. 834-842.
25. *A pilot study: coordination of precision grip in children and adolescents with high functioning autism*. **David, FJ., et al.** 2, 2009, Pediatric physical therapy : the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association, Vol. 21, p. 205-211. PMID: 19440131.
26. *Handwriting difficulties in children with autism spectrum disorders: a scoping review*. **Kushki, A., Chau, T. e Anagnostou, E.** 12, Dec 2011, Journal of autism and developmental disorders, Vol. 41, p. 1706-1716. PMID: 21350917.
27. *Specificity of dyspraxia in children with autism*. **MacNeil, LK. e Mostofsky, SH.** 2, Mar 2012, Neuropsychology, Vol. 26, p. 165-171. PMID: 22288405.

28. *The intersection of gross motor abilities and participation in children with autism spectrum disorder*. **Holloway, JM., Long, TM. e Biasini, F.** 3, Jul-Sep 2021, *Infants and young children*, Vol. 34, p. 178-189. PMID: 34211254.
29. *Informativa OMS: attività fisica*. (OMS), **Organizzazione Mondiale della Sanità**. Feb 2014.
30. *Carta Europea dello Sport*. **Consiglio d'Europa, Comitato per lo Sviluppo dello Sport**. Rodi : s.n., 13-15 May 1992. VII° Conferenza dei Ministri europei responsabili dello Sport.
31. **Centro S.G. Centro San Giuseppe - MET Medical Exercise Therapy**. [Online] [Riportato: 10 Sep 2023.] <https://www.centrosangiuseppe.com/novita/met-medical-exercise-therapy>.
32. **Holten Institute. MET - Medical Exercise Therapy**. [Online] 16 Ap 2018. [Riportato: 10 Sep 2023.] <https://holteninstitute.co.uk/services-metcr/met-medical-exercise-therapy/>.
33. **Fisioterapia VCO. Esercizio terapeutico: una metodica della fisioterapia**. [Online] 16 May 2021. [Riportato: 10 Sep 2023.] <https://www.fisioterapiavco.it/esercizio-terapeutico/>.
34. **Fisioterapia Italia. Esercizio terapeutico**. [Online] 14 Apr 2018. [Riportato: 10 Sep 2023.] <https://www.fisioterapiaitalia.com/terapie/esercizio-terapeutico/>.
35. **Alassio Salute. L'esercizio terapeutico**. [Online] 14 Jan 2015. [Riportato: 10 Sep 2023.] <https://www.alassiosalute.it/comunicare-salute/lesercizio-terapeutico/1747/>.
36. **Fisiokinetik. Esercizio terapeutico: che cos'è e perché è importante**. [Online] 3 Feb 2023. [Riportato: 10 Sep 2023.] <https://fisiokinetiksport.it/esercizio-terapeutico/>.
37. *Physical therapy for young children diagnosed with autism spectrum disorders-clinical frameworks model in an israeli setting*. **Atun-Einy, O., et al.** 19, 14 Aug 2013, *Frontiers in pediatrics*, Vol. 1. PMID: 24400265.
38. *Review of evolution of clinical, training and educational services and research program for autism spectrum disorders in Hong Kong*. **Wong, VC., et al.** 10, Oct 2015, *Science China. Life sciences*, Vol. 58, p. 991-1009. PMID: 26335731.
39. *Il gioco nell'intervento neuro e psicomotorio in età evolutiva*. **Abrunzo, R.** 1, May 2021, *Il TNPEE*, Vol. 3, p. 69-84.
40. *Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage*. **Kleim, JA. e Jones, TA.** 1, Feb 2008, *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, Vol. 51, p. 225-239. PMID: 18230848.
41. *Efficacy of early interventions for infants and young children with, and at risk for, autism spectrum disorders*. **Landa, RJ.** 1, Abingdon, England : s.n., Feb 2018, *International review of psychiatry*, Vol. 30, p. 25-39. PMID: 29537331.
42. *High-risk follow-up: Early intervention and rehabilitation*. **Novak, I. e Morgan, C.** 2019, *Handbook of clinical neurology*, Vol. 162, p. 483-510. PMID: 31324326.

43. *Early identification and early intervention in autism spectrum disorders: accurate and effective?* **Camarata, S.** 1, Feb 2014, International journal of speech-language pathology, Vol. 16, p. 1-10. PMID: 24410017.
44. **Dawson, G. e Rogers, S.** *Early Start Denver Model. Intervento precoce per l'autismo. Linguaggio, apprendimento e reciprocità sociale.* Torino : Omega Edizioni, 2010.
45. *Training Physical Therapists in Early ASD Screening.* **Ben-Sasson, A., et al.** 11, Nov 2018, Journal of autism and developmental disorders, Vol. 48, p. 3926-3938. PMID: 29971656.
46. *Early motor delays as diagnostic clues in autism spectrum disorder.* **Harris, SR.** 9, Sep 2017, European journal of pediatrics, Vol. 176, p. 1259-1262. PMID: 28660313.
47. *Effects of a 12-week structured circuit exercise program on physical fitness levels of children with autism spectrum condition and typically developing children.* **Arslan, E., Ince, G. e Akyuz, M.** 4, 17 Sep 2020, International Journal of Developmental Disabilities, Vol. 68, p. 500-510. PMID: 35937176.
48. *Short rehabilitation training program may improve postural control in children with autism spectrum disorders: preliminary evidences.* **Caldani, S., et al.** 1, 13 May 2020, Scientific Reports, Vol. 10, p. 7917. PMID: 32404919.
49. *The impact of auditory rhythmic cueing on gross motor skills in children with autism.* **El Shemy, SA. e El-Sayed, MS.** 8, Aug 2018, Journal of physical therapy science, Vol. 30, p. 1063-1068. PMID: 30154601.
50. *Comparison of the effects of perceptual-motor exercises, vitamin D supplementation and the combination of these interventions on decreasing stereotypical behavior in children with autism disorder.* **Moradi, H., et al.** 2, 18 Nov 2018, International journal of developmental disabilities, Vol. 66, p. 122-132. PMID: 34141374.
51. *Manual physical therapy as a novel treatment modality for Autism spectrum disorder - A pilot study.* **Jungade, S.** 2, 31 Mar 2020, Journal of complementary & integrative medicine, Vol. 17. PMID: 32229692.
52. *Effects of Aquatic Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder on Social Competence and Quality of Life: A Mixed Methods Study.* **Güeita-Rodríguez, J., et al.** 6, 18 Mar 2021, International journal of environmental research and public health, Vol. 18, p. 3126. PMID: 33803581.
53. *The Effectiveness of Serial Casting and Ankle Foot Orthoses in Treating Toe Walking in Children With Autism Spectrum Disorder.* **Barkocy, M., et al.** 2, 1 Apr 2021, Pediatric physical therapy, Vol. 33, p. 83-90. PMID: 33724238.
54. *Effectiveness of a Multisystem Aquatic Therapy for Children with Autism Spectrum Disorders.* **Caputo, G., et al.** 6, Jun 2018, Journal of autism and developmental disorders, Vol. 48, p. 1945-1956. PMID: 29313176.

55. *Balance rehabilitation for postural control in children with Autism Spectrum Disorder A two case report study.* **Jabouille, F., et al.** 3, Mar 2023, *Physiotherapy theory and practice*, Vol. 39, p. 658-666. PMID: 34939886.
56. *Case Report: Lymphatic Drainage Resolves Toe Walking Gait in a Boy with Autism Spectrum Disorder.* **Kratz, SV.** 1, 14 Feb 2020, *International Journal of Foot and Ankle*, Vol. 4. DOI: 10.23937/2643-3885/1710039.
57. *Influence of a Specific Aquatic Program on Social and Gross Motor Skills in Adolescents with Autism Spectrum Disorders: Three Case Reports.* **Battaglia, G., et al.** 2, 14 May 2019, *Journal of functional morphology and kinesiology*, Vol. 4. PMID: 33467342.
58. *Comparing the Indian Autism Screening Questionnaire (IASQ) and the Indian Scale for Assessment of Autism (ISAA) with the Childhood Autism Rating Scale-Second Edition (CARS2) in Indian settings.* **Chakraborty, S., et al.** 9, 19 Sep 2022, *PLoS One*, Vol. 17. PMID: 36121860.
59. **Vita indipendente per l'Abruzzo.** *La scala Gilliam.* [Online] 12 Jun 2018. [Riportato: 06 Oct 2023.] <http://www.viabruzzo.it/2018/06/12/la-scala-gilliam/>.
60. *The Functional Mobility Scale (FMS).* **Graham, HK., et al.** 5, Sep - Oct 2004, *Journal of pediatric orthopedics*, Vol. 24, p. 514-520. PMID: 15308901.
61. *The patient-specific functional scale: psychometrics, clinimetrics, and application as a clinical outcome measure.* **Horn, KK., et al.** 1, Jan 2012, *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, Vol. 42, p. 30-42. PMID: 22031594.
62. *Validation of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory in an Italian Population with Autism Spectrum Disorder: a Cross-Sectional Study.* **Tofani, M., et al.** 6, Nov-Dec 2019, *La Clinica terapeutica*, Vol. 170, p. 460-464. PMID: 31696910.
63. *Facilitators and Barriers to Physical Activity Involvement as Described by Autistic Youth with Mild Intellectual Disability.* **Boucher, TQ., McIntyre, CL. e Iarocci, G.** 12 Dec 2022, *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, p. 1-13. PMID: 36532952.

Allegato 1 - Tabelle riassuntive di estrazione dei dati degli articoli inclusi

Studio Titolo, rivista, autore, anno e disegno di studio	Obiettivo	Campione	Trattamento	Outcome e scale di outcome	Principali risultati
<p>(48) Effects of a 12-week structured circuit exercise program on physical fitness levels of children with autism spectrum condition and typically developing children; <i>International Journal of Developmental Disabilities</i></p> <p>Arslan E, Ince G, Akyuz M; 2022</p> <p>Randomized Controlled Trial (RCT)</p>	<p>Effetti di un programma di esercizi a circuito sui parametri della forma fisica in bambini con disturbo dello spettro autistico e in bambini con sviluppo tipico</p>	<p>14 bambini maschi con autismo atipico con età media di 10.07 anni, peso medio di 24.97kg, altezza media di 126.79cm 14 bambini maschi con sviluppo tipico con età media di 10.07 anni, peso medio di 26.97kg, altezza media di 126.50cm Divisi omogeneamente in 4 gruppi: "AEG", "ACG", "TDEG" e "TDCG" Solo i gruppi "Exercise" hanno svolto il programma, i gruppi "Control" non hanno ricevuto trattamento alcuno</p>	<p>Programma di esercizio di 60 min (15 riscaldamento, 40 periodo principale, 5 defaticamento), per 3 volte la settimana per 12 settimane Periodo principale: 8 stazioni di esercizi specifici con tempo di pausa variabile tra una stazione e l'altra, con il passare delle settimane il numero delle ripetizioni per ogni serie è stato progressivamente aumentato</p>	<p>Capacità motorie generali, BOT-2 Test di flessibilità sit-and-reach Forza della presa da entrambi i lati con dinamometro a presa manuale Takei Tempi di reazione visivi e uditivi con il dispositivo di reazione Newtest 1000</p>	<p>Miglioramenti significativi per "AEG" e "TDEG" rispetto ai gruppi controllo in velocità di corsa e agilità, in equilibrio su trave e su blocchi, in forza di presa bilaterale e nel test di flessibilità; salto in lungo solo "AEG"; nei tempi di reazione visiva a destra e uditiva a sinistra per "AEG", bilateralmente per "TDEG"; Confronto "AEG" rispetto "TDEG" post intervento: miglioramenti significativi nell'equilibrio su trave e su blocchi, salto in lungo da fermo, reazioni uditive della mano destra e sinistra e nel test di forza di presa nella mano destra</p>
<p>(51) Short rehabilitation training program may improve postural control in children with autism spectrum disorders: preliminary evidences; <i>Scientific reports</i></p> <p>Caldani S, Atzori P, Peyre H, Delorme R, Bucci MP; 2020</p> <p>Randomized Controlled Trial (RCT)</p>	<p>Effetto di un breve programma di allenamento di riabilitazione posturale sulle capacità posturali nei bambini con disturbo dello spettro autistico</p>	<p>40 bambini con ASD divisi equamente in Gr1, sperimentale, e in Gr2, controllo</p>	<p>Gr1: due diversi allenamenti di controllo posturale di 3 min ciascuno eseguiti in ordine casuale: esercizio della boa e della folla Gr2: nessun trattamento 1 sessione sola di 6 minuti</p>	<p>Test di controllo posturale con il Sistema Multitest Equilibre su una piattaforma in tre condizioni visive (occhi chiusi, occhi aperti fissando il bersaglio e con visione perturbata mediante stimolazione optocinetica) Valutazioni eseguite prima T1 e dopo 6 minuti di riabilitazione / di riposo T2</p>	<p>Superficie di spostamento del CoP: maggiore per Gr2 rispetto a Gr1 a T2, non significativamente migliorata in Gr1; Velocità media del CoP: significativamente inferiore a T2 per entrambi i gruppi con riduzioni maggiori per il Gr1; Indice di instabilità posturale: significativamente più alto a T1 rispetto a T2 in entrambi i gruppi ma con effetto meno significativo in Gr2; Miglioramento della stabilità posturale: effetto all'allenamento specifico e del test-retest; Valori di superficie, velocità media del Cop e instabilità posturale minori a occhi aperti rispetto a occhi chiusi confermando l'influenza degli input somatosensoriali nella gestione del controllo posturale</p>
<p>(49) The impact of auditory rhythmic cueing on gross motor skills in children with autism; <i>The Journal of Physical Therapy Science</i></p> <p>El Shemy SA, El-Sayed MS; 2018</p> <p>Randomized Controlled Trial (RCT)</p>	<p>Effetto dei segnali uditivi ritmici sulle abilità motorie generali nei bambini con autismo</p>	<p>30 bambini (22 M e 8 F) con autismo di età compresa tra 8 e 10 anni con gravità dei sintomi autistici che varia da lieve a moderata (30-36.5 CARS); IQ borderline ma in grado di seguire istruzioni verbali. Capaci di camminare in autonomia senza ausilio per almeno 10 metri. Gruppo controllo: 15 bambini Gruppo sperimentale: 15 bambini</p>	<p>Programma specifico di fisioterapia per tutti i partecipanti di 60 min. Gruppo sperimentale sottoposto anche ad allenamento aggiuntivo di 30 minuti sull'andatura utilizzando segnali auditori ritmici (RAS) 3 sessioni a settimana da 60 o 90 min per 3 mesi</p>	<p>Capacità motorie generali, BOT-2 Valutazione pre – trattamento T1 e post – trattamento T2</p>	<p>A T2, miglioramenti statisticamente significativi in tutti i punteggi all'interno di ciascun gruppo; Differenze statisticamente significative tra i due gruppi a T2 con il gruppo sperimentale che mostra un miglioramento migliore in tutti gli outcome misurati</p>

<p>(50) Comparison of the effects of perceptual-motor exercises, vitamin D supplementation and the combination of these interventions on decreasing stereotypical behavior in children with autism disorder; <i>International Journal of Developmental Disabilities</i></p> <p>Moradi H, Sohrabi M, Taheri H, Khodashenas E, Movahedi A; 2018</p> <p>Randomized Controlled Trial (RCT)</p>	<p>Effetti combinati degli esercizi percettivo – motori e dell’integrazione della vitamina D3 sulla riduzione del comportamento stereotipato nei bambini con disturbo dello spettro autistico</p>	<p>100 bambini con autismo maschi in buono stato nutrizionale di età compresa tra 6 e 9 anni con punteggio GARS – 2 medio di 16.76pt, con livelli medi di vitamina D di 4.82 ng/ml e con IQ medio di 92.42</p> <p>Divisi casualmente in 4 gruppi da 25 partecipanti ciascuno</p>	<p>GrA = esercizi percettivo -motori GrB = supplemento vit D3 GrC = esercizi percettivo -motori e supplemento vit D3 GrD = placebo</p> <p>60 min per 3 volte la settimana per 3 mesi</p>	<p>Comportamento stereotipato, GARS – 2</p> <p>Valutazione pre – trattamento T1 e post – trattamento T2</p>	<p>Stereotipie diminuite in tutti e tre i gruppi sperimentali; il GrC ha registrato miglioramenti statisticamente significativi rispetto ai GrA e GrB</p>
<p>(47) Manual physical therapy as a novel treatment modality for Autism Spectrum Disorder – A pilot study; <i>Journal of Complementary and Integrative Medicine</i></p> <p>Jungade S.; 2020</p> <p>Pilot Study</p>	<p>Effetto dell’applicazione di tecniche di terapia manuale (terapia dei tessuti molli attraverso il rilascio miofasciale della fascia profonda di vari gruppi muscolari) nel miglioramento delle diverse componenti dell’autismo</p>	<p>Bambina di 3 anni con diagnosi di autismo (ISAA di 134pt)</p>	<p>Tecniche di rilascio miofasciale applicata a vari gruppi muscolari dell’arto inferiore, del tronco e del capo</p> <p>10-15 min a gamba per 2 volte la settimana per 9 mesi</p>	<p>Verifica della buona riuscita del rilascio: sensazione soggettiva di percezione del rilascio e di una maggiore libertà di movimento.</p> <p>Quantificare la gravità dei sintomi autistici per la misurazione della disabilità associata, ISAA</p>	<p>Miglioramento globale di tutti i deficit</p> <p>T0: ISAA = 134 T1 (dopo 5 mesi): ISAA = 94 T2 (dopo 9 mesi): ISAA = 60 Follow up di 6 mesi: ISAA = 60</p>
<p>(55) Effects of Aquatic Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder on Social Competence and Quality of Life: A Mixed Methods Study; <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i></p> <p>Güeita-Rodríguez J, Ogonowska-Slodownik A, Morgulec-Adamowicz N, Martín-Prades ML, Cuenca-Zaldívar JN, Palacios-Ceña D; 2021</p> <p>Mixed Methods Study (non-randomized clinical intervention e caso-studio qualitativo)</p>	<p>Effetto di un programma di terapia acquatica sul potenziamento delle prestazioni sensomotorie, del potenziale cognitivo, del divertimento e delle competenze sociali e sulla qualità della vita (fase quantitativa) e per comprendere le esperienze dei partecipanti correlate all’intervento ottenendo dati qualitativi</p>	<p>6 bambini (5M e 1F) di età media di 7.17 anni con autismo e i loro genitori.</p>	<p>Intervento di acqua terapia utilizzando strategie di apprendimento suddiviso in 4 fasi: rituale di ingresso, adattamento mentale, fase di apprendimento e rituale di uscita</p> <p>È basato sui movimenti quotidiani inclusi nei giochi acquatici</p> <p>60 min 2 volte alla settimana per 7 mesi</p>	<p>Competenze percepite e accettazione sociale per i bambini piccoli, PSPCSA</p> <p>Capacità del bambino di adattarsi all’ambiente acquatico e relativa capacità funzionale, WOTA1</p> <p>Qualità di vita correlata alla salute, PedsQL</p> <p>Risultati qualitativi con intervista semistrutturata ai genitori su specifici argomenti di interesse</p>	<p>Miglioramento statisticamente significativo nella competenza fisica; dimensione dell’effetto del miglioramento ampia per competenza fisica, funzionamento scolastico e acquatico mentre è stata moderata per accettazione materna e tra pari, salute fisica e psicosociale.</p> <p>I genitori hanno osservato un miglioramento nella comunicazione non verbale, nella reciprocità emotiva, nell’interazione genitore-figlio, nei comportamenti aggressivi e con i pari durante le ore scolastiche</p>
<p>(53) The Effectiveness of Serial Casting and Ankle Foot Orthoses in Treating Toe Walking in Children With Autism Spectrum Disorder;</p>	<p>Analisi effetto di un intervento in 2 fasi, ortesi in serie (SC) seguito da ortesi cavaglia-piede (AFO), sul miglioramento</p>	<p>5 bambini di età compresa tra 4 e 15 anni</p>	<p>Intervento combinato con casting seriali e AFO.</p> <p>Il gesso veniva confezionato e se tollerato tenuto per</p>	<p>Capacità di camminare per lunghe distanze e mobilità generale, FMS</p> <p>Capacità funzionali del</p>	<p>FMS: uguale per P 1-4, P 5 è migliorato PFSF: aumentato per P 2-5, P 1 migliorato solo su andatura normale PROM gesso: P 2 ha perso 3° a sin, gli altri migliorati</p>

<p><i>Pediatric Physical Therapy</i></p> <p>Barkocy M, Schilz J, Heimerl S, Chee M, Valdez M, Redmond K; 2021</p> <p>Retrospective Observational Study</p>	<p>della cinematica della camminata e sugli outcome funzionali in bambini con disturbo dello spettro autistico che camminano in punta di piedi</p>		<p>5-6 giorni. A seguire 1-2 giorni senza. Al 7° giorno sono stati confezionati nuovi gessi. L'intervento con i gessi è durato da 1 a 6 settimane fino a che si raggiungesse la neutralità della dorsiflessione passiva dopo un giorno senza gesso.</p> <p>Poi AFO personalizzato tenuto progressivamente per tutto il giorno e rimossi di notte per 6 mesi.</p>	<p>bambino e loro compromesse dal cammino in punta, PSFS</p> <p>Valutazione goniometrica della dorsiflessione di caviglia</p> <p>Analisi tridimensionale dell'andatura con sistema di motion capture a 10 telecamere e 25 marcatori all'inizio, prima di passare all'AFO e dopo 6 mesi del suo utilizzo</p>	<p>PROM AFO: P 1-2-5 migliorati, P 3 e P 4 hanno perso 5° e 2° a sin</p> <p>Cinematica dorsiflessione: P 1 migliorato solo dopo 6 mesi di AFO, P 3 cambiamenti minimi sia dopo gesso che AFO, P 4-5 migliorato con gesso e mantenuto con AFO</p> <p>Pattern del cammino normalizzato per P 1-2-4-5</p>
<p>(56) Effectiveness of a Multisystem Aquatic Therapy for Children with Autism Spectrum Disorders; <i>Journal of Autism and Developmental Disorders</i></p> <p>Caputo G, Ippolito G, Mazzotta M, Sentenza L, Muzio MR, Salzano S, Conson M; 2018</p> <p>Non-randomized controlled trial</p>	<p>Efficacia di un programma di terapia acquatica multisistemica sulle abilità emotive, comportamentali, sociali, motorie e natatorie</p>	<p>26 bambini (17 M e 9 F): 13 partecipanti con età media di 8.3 anni e punteggio ADOS medio di 17pt nel gruppo sperimentale CI – MAT (2 F) e 13 partecipanti con età media di 7.7 anni e punteggio ADOS medio di 16.4pt nel gruppo di controllo (7 F)</p> <p>Entrambi i gruppi continuano a ricevere il trattamento convenzionale, solo il gruppo sperimentale ha ricevuto anche il trattamento CI – MAT</p>	<p>Il programma CI – MAT è suddiviso in tre fasi: “Fase di adattamento emotivo”, “Fase di adattamento al nuoto” e “Fase di integrazione sociale”</p> <p>Fase 1 e 2 una volta la settimana individualmente, fase 3 due volte la settimana in piccoli gruppi da 4 a 6 bambini.</p> <p>45 min per 1-2 volte la settimana per 10 mesi</p>	<p>Sintomatologia dell'autismo, CARS</p> <p>Comportamento adattivo, VABS</p> <p>Abilità acquatiche, HAAR</p> <p>Valutazione pre – trattamento T1 e post – trattamento T2</p>	<p>Miglioramenti significativi sulla risposta emotiva, sull'adattamento al cambiamento, sul livello di attività e sull'adattamento funzionale.</p> <p>Miglioramenti significativi anche sull'apprendimento delle abilità natatorie</p>
<p>(52) Balance rehabilitation for postural control in children with Autism Spectrum Disorder: A two case report study; <i>Physiotherapy theory and practice</i></p> <p>Jabouille F, Billot M, Hermand E, Lemonnier E, Perrochon A; 2023</p> <p>Case Report</p>	<p>Effetto della riabilitazione dell'equilibrio sul controllo posturale con carico cognitivo basso (punto rosso) e aumentato (immagini sociali suggerenti emozioni diverse) in due bambini con disturbo dello spettro autistico</p>	<p>Partecipante 1: bambina di età 10 anni e 5 mesi, punteggio 6/10 sull'ADOS – 2 (autismo moderato)</p> <p>Partecipante 2: bambino di età 7 anni e 3 mesi, punteggio 8/10 sull'ADOS – 2 (autismo grave)</p>	<p>Riabilitazione personalizzata dell'equilibrio basata sull'equilibrio, sul salto e su situazioni di stabilizzazione con esercizi cognitivo-motori e Wii Balance Board</p> <p>40 minuti 2 volte a settimana per 4 settimane</p>	<p>Valutazione del controllo posturale in condizioni di compito singolo con basso carico cognitivo e compito doppio con aumento del carico cognitivo</p> <p>Valutazione parametri CoP con piattaforma posturografica</p> <p>Valutazione pre – trattamento una settimana prima dell'inizio T1 e post – trattamento una settimana dopo la fine T2</p>	<p>Partecipante 1: 8 sessioni completate con raggiungimento del livello più alto di difficoltà a fine programma di trattamento;</p> <p>Partecipante 2: 6 sessioni completate senza raggiungimento del livello più alto di difficoltà a fine programma di trattamento;</p> <p>Prestazioni posturografiche in condizione di compito singolo con basso carico cognitivo: chiari miglioramenti sia ad occhi aperti che chiusi in entrambi i partecipanti;</p> <p>Prestazioni posturografiche in condizione di compito doppio con carico cognitivo aumentato: differenze a seconda delle emozioni mostrate;</p> <p>Parametri CoP diminuiti per tutte le condizioni per il partecipante 1;</p> <p>Parametri CoP diminuiti solo in tre condizioni, nelle altre due i valori sono aumentati (maggiore instabilità);</p>
<p>(54) Case Report: Lymphatic Drainage Resolves Toe Walking Gait in a Boy with Autism Spectrum</p>	<p>Descrizione di come il drenaggio linfatico migliora la statica e il</p>	<p>M, 6 anni e mezzo</p> <p>Deficit motori, linguistici, sensoriali e percettivi</p>	<p>Singola sessione di drenaggio linfatico manuale applicato ad entrambe le estremità inferiori</p>	<p>PEDI, sezione della mobilità</p>	<p>Immediato effetto positivo di rilassamento del tricipite della sura bilateralmete apprezzabile con palpazione, maggiore flessibilità ed elasticità muscolare. Possibile</p>

<p>Disorder; <i>International Journal of Foot and Ankle</i></p> <p>Kratz SV; 2020</p> <p>Case Report</p>	<p>cammino in punta in un ragazzo con autismo</p>	<p>Sperimentati molti interventi di varia natura per 2 anni e mezzo ma senza risultati</p>	<p>per 10-15 min ciascuna con il metodo Chikly</p>		<p>l'appoggio completo di entrambi i piedi in dorsiflessione neutra. Riesce ad eseguire esercizi terapeutici e di movimento assistito attivo, porta a termine allenamenti di resistenza progressivi fino a 50 – 75 ripetizioni. È migliorata la sua consapevolezza, la sua partecipazione attiva, le risposte di adattamento sensoriale e la capacità di attenzione negli esercizi di rafforzamento del core sia nella stazione eretta che durante la deambulazione e della caviglia</p>
<p>(57) Influence of a Specific Aquatic Program on Social and Gross Motor Skills in Adolescents with Autism Spectrum Disorders: Three Case Reports; <i>Journal of Functional Morphology and Kinesiology</i></p> <p>Battaglia G, Agrò G, Cataldo P, Palma A, Alesi M; 2019</p> <p>Case Report</p>	<p>Efficacia specifica terapia acquatica multisistemica CI-MAT nel miglioramento delle abilità di locomozione, di controllo degli oggetti e sui comportamenti di contatto e interazioni in tre adolescenti con disturbo dello spettro autistico</p>	<p>M1 età cronologica 11 anni, età mentale 4.3 anni</p> <p>M2 età cronologica 14.8 anni, età mentale 4.7 anni</p> <p>F1 età cronologica 15.11 anni, età mentale 6.9 anni</p>	<p>Il programma CI – MAT è suddiviso in tre fasi: “Fase di adattamento emotivo”, “Fase di adattamento al nuoto” e “Fase di integrazione sociale”</p> <p>Fase 1 e 2 svolte individualmente, fase 3 in gruppi (rapporto esperto-bambini 1:3) con interazione con altri adolescenti con o senza disabilità</p> <p>45/50 min per 2 volte la settimana per 12 settimane</p>	<p>Valutazione caratteristiche antropometriche</p> <p>Competenze motorie generali, TGMD</p> <p>Comportamento adattivo, VABS</p> <p>Videoregistrazioni di 8 comportamenti per valutare il loro tasso di presenza</p>	<p>Capacità motorie generali: M2 migliorato in tutte e 12 le abilità, M1 in 4 di controllo degli oggetti e 2 locomotorie, F1 migliorata in 3 di controllo degli oggetti e 4 locomotorie.</p> <p>Comportamenti sociali: miglioramento in tutti e tre i partecipanti, F1 ha riportato miglioramenti migliori.</p>