

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in *Fisioterapia*

**Ruolo dell'attività di arrampicata nel percorso
abilitativo del bambino affetto da Paralisi Cerebrale
Infantile:
Scoping Review**

Tesi di Laurea in

Fisioterapia in età evolutiva

Presentata da:

Giorgia Olivi

Relatore:

Prof.ssa
Claudia Iaia

Anno Accademico 2021/2022

“Climbing è

la metafora

della vita:

stabilisci

il tuo scopo

e fai di tutto

per raggiungerlo”

ABSTRACT

Background: La paralisi cerebrale infantile (PCI) è una frequente causa di disabilità nei bambini e nei giovani adulti. Consiste in un gruppo di disturbi neurologici permanenti che causano primariamente limitazioni e disfunzioni nello sviluppo motorio; a tali disturbi possono associarsi problematiche sensoriali e cognitive.

Una specifica Arrampicata sportiva, mediante una parete adattiva, può essere un'interessante attività terapeutica da associare al tradizionale programma abilitativo per i bambini con PCI.

Obiettivo: L'obiettivo di questa Scoping Review è quello di andare a studiare, approfondire e sintetizzare le evidenze della ricerca rispetto al ruolo della parete di arrampicata come attività aggiuntiva e di sostegno all'interno del progetto abilitativo dei bambini affetti da paralisi cerebrale infantile.

Metodi: La ricerca sistematica e bibliografica è stata realizzata mediante la consultazione di banche dati, riviste di giornali e grey literature. È stata effettuata un'analisi degli articoli pertinenti rispetto al quesito clinico di partenza: *“Cosa ci dice la Letteratura esistente in merito al ruolo dell'attività di Arrampicata nel percorso abilitativo del bambino affetto da Paralisi Cerebrale Infantile?”*.

Risultati: Dalla selezione sono stati inclusi 8 articoli, eterogenei tra loro rispetto alla tipologia di studio. Il processo di selezioni delle fonti di evidenza è stato riepilogato tramite un diagramma di flusso. I contenuti di ogni articolo sono stati schematizzati in una tabella sinottica e in seguito sintetizzati per ciascuno obiettivo dello studio, partecipanti, intervento e risultati.

Conclusioni: I risultati mostrano come nei bambini con PCI un'adattata attività di arrampicata, inserita in un programma fisioterapico, sia uno strumento terapeutico aggiuntivo nel determinare un miglioramento della mobilità e del controllo motorio, principalmente di arti superiori, in funzione di un maggior sviluppo delle abilità nelle ADL.

Keywords: *Therapeutic climbing, Climbing therapy, Cerebral Palsy, Children, Motor skills, Rehabilitation.*

ABSTRACT – English version

Background: Cerebral palsy (CP) is a frequent cause of disability in children and young adults. It consists of a group of permanent neurological disorders that primarily cause restrictions and dysfunctions in motor development. Such disorders may be associated with sensory and cognitive problems.

A specific Sport Climbing, by using an adaptive wall, can be an interesting therapeutic activity to be associated with the traditional rehabilitation program for children with CP.

Objective: The aim of this Scoping Review is studying, deepening and synthesizing the research evidence regarding the role of the climbing wall as an additional and supporting activity within the rehabilitation project of children with cerebral palsy.

Methods: The systematic and bibliographic research was conducted by consulting databases, newspapers and grey literature. An analysis of the most important articles was made in order to answer the starting clinical question: "What does the existing Literature tell us about the role of Climbing activity in the rehabilitation pathway of the child with Cerebral Palsy?"

Results: Eight different articles, based on the study, were included from the selection.

The process of evidence source selections was summarized using a flow chart. The contents of each article were outlined in a synoptic table and later synthesized for the aim of the study, participants, intervention and results.

Conclusions: The results show that in children with CP, an adapted climbing activity, combined with a physiotherapy program, is an additional therapeutic tool which can improve mobility and motor control, mainly of upper limbs, for a greater development of skills in ADL.

Keywords: *Therapeutic climbing, Climbing therapy, Cerebral Palsy, Children, Motor skills, Rehabilitation.*

INDICE

1 INTRODUZIONE	7
2 PCI: Paralisi Cerebrale Infantile.....	8
2.1 Storia e Definizione di PCI.....	8
2.2 Classificazione	10
2.3 Eziopatogenesi	11
2.4 Epidemiologia	12
3 Trattamento nelle PCI	13
3.1 Linee guida per la riabilitazione dei bambini affetti da PCI	13
3.2 Importanza di un approccio multidisciplinare.....	14
3.3 Figura del fisioterapista e Trattamento Fisioterapico	14
3.4 Principali strumenti terapeutici.....	15
3.5 Terapie complementari e alternative nei bambini con PCI	16
4 Attività motoria nei bambini con PCI: ARRAMPICATA SPORTIVA	18
4.1 Benefici dell'attività motoria.....	18
4.2 Attività di Arrampicata: una visione abilitativa	19
4.3 Parete di Arrampicata come strumento terapeutico nei bambini con PCI.....	21
5 MATERIALI E METODI	23
5.1 Formulazione del quesito clinico.....	23
5.2 Criteri di eleggibilità	23
5.3 Strategia di ricerca.....	24
5.4 Selezione degli studi	24
6 RISULTATI.....	25
6.1 Diagramma di flusso	25
6.2 Articoli inclusi al fine del processo di selezione.....	27
6.3 Caratteristiche degli studi inclusi	28
6.4 Descrizione e risultati dei singoli studi.....	32

7 DISCUSSIONE	40
7.1 Implicazioni per la pratica clinica:	44
7.2 Limiti della ricerca	45
8 CONCLUSIONI	47
BIBLIOGRAFIA	49
SITOGRAFIA	53

1 INTRODUZIONE

"Considera quello che hai come un dono e quello che ti manca come un'opportunità".

È il concetto e l'origine con cui si è sviluppata questa tesi.

È anche il principio di FightTheStroke (1), una Fondazione italiana che supporta i bambini e giovani con disabilità di Paralisi Cerebrale Infantile, garantendo loro, e alle loro famiglie, un futuro migliore.

La missione richiede di cambiare punto di vista, di non considerare più una mancanza come un limite, ma come un'opportunità.

L'obiettivo è di "normalizzare" la disabilità e creare nuove proposte terapeutiche, basate sull'inclusività, sulla creazione di nuovi metodi che permettano ai soggetti colpiti da PCI di avere una vita dignitosa.

L'attività di arrampicata potrebbe rappresentare una nuova strada, un approccio innovativo, da aggiungere e inserire all'interno del trattamento fisioterapico di questi pazienti.

Quello che si propone è di stimolare il bambino a conoscere il proprio corpo, aumentare la sua consapevolezza, imparare ad utilizzare anche il proprio lato plegico, scoprendo come rendere quella parte un valore aggiunto per la sua autonomia.

2 PCI: Paralisi Cerebrale Infantile

La Paralisi Cerebrale Infantile (PCI) è una condizione clinica difficilmente definibile, in quanto eterogenea, sia per la varietà e la gravità dei quadri clinici che per i differenti fattori eziologici. Dagli studi di Neuroscienza degli ultimi anni si sono potuti chiarire molti degli aspetti rispetto alla definizione, alla patogenesi e alla diversità clinica delle varie forme di paralisi cerebrale. Di conseguenza, anche dal punto di vista abilitativo, ciò ha determinato la necessità di ampliare, di differenziare e modificare criticamente il trattamento di questa categoria di pazienti.

2.1 Storia e Definizione di PCI

La Paralisi Cerebrale Infantile: un “Persistente disordine del movimento e della postura dovuto ad una lesione non progressiva di un encefalo prematuro”.

Parliamo della prima definizione pubblicata da Bax nel 1964 (2).

Prima di questa pubblicazione, risalendo alla storia e alla scoperta di questa patologia, un chirurgo ortopedico inglese, di nome Sir John William Little, nel 1892 osservò in una popolazione di bambini, accomunati da un parto sofferente e problematico e da segni neurologici centrali, una molteplicità di deformità scheletriche congenite di diversa tipologia. Pertanto, il termine “Paralisi Cerebrale Infantile” divenne una “etichetta” comune per tutti quei bambini con quadri neurologici caratterizzati da un interessamento del sistema nervoso centrale, progressivi nelle difficoltà motorie e che insorgevano precocemente.

Erano quelli gli anni in cui gli ambiti della Neurologia e della Neuroscienza ebbero importanti evoluzioni e numerosi progressi scientifici, significativi dal punto di vista clinico e riabilitativo. Fu il famoso medico neurologo Sigmund Freud, nel tentativo di studiare i danni tissutali presenti nell’encefalo e correlabili a manifestazioni neurologiche precise, il primo ad accorgersi che la definizione di PCI data da Little era incompleta.

Così nel 1957 si fondò il cosiddetto “Little Club”, un gruppo di studiosi con l’obiettivo di definire con maggior precisione questa condizione clinica; fu proprio in questo contesto che Bax pubblicò la prima definizione di PCI.

Con gli anni, però, anche la definizione teorizzata da Bax fu messa in dubbio.

Di conseguenza nel 2004 a Bethesda, negli Stati Uniti, molte di queste critiche divennero oggetto di discussione e di studio, col fine di stilare una nuova, più esaustiva e completa definizione di PCI, che è oggi di riferimento e che recita:

“Cerebral palsy (CP) describes a group of permanent disorders of the development of movement and posture, causing activity limitation, that are attributed to non-progressive disturbances that occurred in the developing fetal or infant brain. The motor disorders of cerebral palsy are often accompanied by disturbances of sensation, perception, cognition, communication, and behaviour, by epilepsy, and by secondary musculoskeletal problems.”
(April 2006) (3).

Il termine “permanenti” va a sottolineare che il disturbo dura per tutta la vita, ossia rappresenta una condizione costituzionale della persona; questa, tuttavia, non si definisce come una situazione immutabile, poichè l’evoluzione, le complicanze e, soprattutto, gli interventi possono modificare continuamente il quadro clinico.

La PCI è un insieme di disturbi “dello sviluppo”, principalmente delle funzioni motorie, che “causano una limitazione dell’attività”, per cui l’individuo può essere effettivamente limitato in attività funzionali.

“Non progressivi” va a specificare un importante elemento di diagnosi differenziale rispetto a tutti i quei disturbi neurologici, tra cui neuro-degenerativi e neuro-metabolici, in cui si può diversamente riscontrare una, anche se lenta, evoluzione e progressione della patologia cerebrale.

“Cervello in via di sviluppo” denota un periodo indefinito e caratterizzato da una incompleta maturazione cerebrale; esso rappresenta un prerequisito necessario ed essenziale per i fenomeni di neuroplasticità (o plasticità cerebrale), rappresentativi nelle lesioni fetali e infantili, in cui vengono riorganizzate e create nuove connessioni cerebrali.

L’elemento innovativo di questa nuova definizione è la presenza, accanto alle alterazioni motorie (componenti sempre presenti nella PCI), di disturbi associati, altrettanto frequenti e determinanti, quali: deficit sensitivi, sensoriali-percettivi, disturbi cognitivi, difficoltà di apprendimento, ma anche, e importanti allo stesso modo, problematiche sociali e relazionali.

2.2 Classificazione

Analogamente alla definizione, anche la storia della classificazione di PCI appare complessa e articolata. La classificazione diagnostica dello svedese Hagberg (1975) (4) fu la più utilizzata, in quanto distingueva le diverse forme di PCI in macro-gruppi in funzione del principale disturbo motorio:

- Forma spastica, caratterizzata da un'eccessiva rigidità muscolare quando il bambino è in movimento o durante il mantenimento di una postura contro gravità (5). È la più frequente e colpisce più dell'80% dei casi (6).
All'interno di questa forma clinica si ha un'ulteriore classificazione in forme unilaterali e bilaterali. Tra quelle unilaterali rientrano la monoplegia, in cui è interessato un solo arto superiore o inferiore e l'emiplegia, in cui invece è affetto un emilato del corpo. Nelle forme bilaterali fanno parte la diplegia, in cui sono maggiormente interessati gli arti inferiori e, a volte, anche con segni negli arti superiori, e la quadriplegia (o tetraplegia) dove si ha invece un coinvolgimento del capo, tronco e arti superiori ed inferiori, ma con variabilità nell'estensione e gravità del danno (4) (5).
- Forma discinetica, caratterizzata da anomalità del tono muscolare e disordini motori quali distonia e l'atetosi (5). Rappresenta l'8% di tutti i casi di PCI (6).
- Forma atassica, caratterizzata da movimenti oscillanti che influiscono sulla coordinazione e sull'equilibrio del bambino (5). Rispetto alle altre, è molto rara (6).
- Forma mista, dove possono essere presenti contemporaneamente più quadri motori, anche se vi è sempre uno dominante (5).

Questa classificazione, come anche altre, si basava, però, solo su criteri sintomatologici e di distribuzione topografica.

Per tale motivo, veniva poco utilizzata per differenziare la clinica, i livelli di disabilità funzionale e i risultati dei vari interventi riabilitativi; ma ampiamente usata solo per studi epidemiologici.

Attualmente, affianco ai sistemi di classificazione basati su criteri di tipo clinico-descrittivo, grazie alla diffusione della Neuroimaging e di nuove proposte riabilitative, vengono utilizzate classificazioni neuro-radiologiche centrate principalmente su aspetti funzionali e prognostici.

Tra queste, ad esempio, riconosciamo il GMFCS, ossia "Gross Motor Function Classification System" (7), un sistema di classificazione con l'obiettivo principale di valutare la motricità del bambino o del giovane adulto. Specificatamente, cerca di dare particolare importanza alla

funzionalità del movimento, ad esempio la performance usuale a casa, a scuola e nell'ambiente sociale.

Questa classificazione consiste nella suddivisione delle abilità in 5 diversi livelli, basandosi sulla presenza di eventuali limitazioni funzionali, sulla necessità di ausili per la mobilità e sulla qualità del movimento.

- Livello I: Cammino senza limitazioni
- Livello II: Cammino con limitazioni
- Livello III: Cammino con dispositivo manuale per la mobilità
- Livello IV: Spostamento autonomo con limitazioni; possibile spostamento con ausilio a motore per la mobilità
- Livello V: Trasportato con una carrozzina manuale

La GMFCS è di comune utilizzo all'interno dell'ambito abilitativo e, nello specifico, in quello fisioterapico, poiché definire il livello di disabilità permette di determinare i bisogni del bambino, decidere gli interventi terapeutici, e, soprattutto monitorare all'interno del percorso abilitativo l'evoluzione della patologia, prevedendo o interpretando eventuali progressi o regressi funzionali.

In conclusione, qualsiasi sia il sistema di classificazione, è fondamentale un approccio individualizzato multidimensionale che tenga conto dello stato funzionale della persona e dei suoi bisogni (Rosenbaum, 2007) (8).

2.3 Eziopatogenesi

La paralisi cerebrale, come è stata precedentemente definita, è un insieme di disturbi eterogenei che possono originare da diversi fattori eziologici.

Data la diversa eziopatogenesi, risulta quindi evidente la difficoltà di stabilire esattamente i fattori potenzialmente patogeni durante il danno dell'encefalo, nelle sue fasi precoci di maturazione e sviluppo.

A determinare la sede anatomica e il pattern della lesione cerebrale è sicuramente il timing in cui la noxa patogena agisce sul cervello immaturo.

È grazie a queste considerazioni che si è giunti all'introduzione di criteri di classificazione dei fattori e agenti eziologici della Paralisi Cerebrale (Krageloh-Mann, 1995) (9) raggruppati in relazione alla fase in cui agiscono sul cervello ancora in via di sviluppo

Vengono così suddivisi:

- Fattori prenatali: possono agire dal periodo del concepimento fino al travaglio
- Fattori perinatali: possono agire dall'inizio del travaglio alla prima settimana di vita
- Fattori postnatali: possono agire nelle successive settimane di vita

Il ruolo dei vari fattori patogenetici appare diverso in rapporto all'età gestazionale del bambino. Sono stati alcuni studi e follow-up ecografici a confermarlo.

Si è potuto osservare come nei neonati pretermine la prematurità, la sofferenza perinatale, ed il peso molto basso alla nascita (< 1500gr) costituiscono i più importanti fattori di rischio nello sviluppo di una PCI. È, infatti, in questi soggetti che la regolazione cardiorespiratoria appare ancora immatura ed instabile, tale da determinare variazioni del flusso cerebrale, con conseguenti fenomeni di ipoperfusione ed ischemia.

Diversamente, nei neonati a termine il ruolo più importante lo giocano, invece, i fattori prenatali, che agiscono nelle diverse fasi di sviluppo cerebrale fetale.

2.4 Epidemiologia

La PCI è una delle cause più comuni di disabilità nei bambini, con una incidenza di 2,1 casi ogni 1000 nati (10).

Alcuni autori segnalano negli ultimi anni una riduzione nei bambini con peso alla nascita molto basso (Cans, 2008).

Nello specifico, in Italia, la Paralisi Cerebrale rappresenta la disabilità fisica più comune nei bambini e nei giovani adulti.

Ancora oggi, la mancanza di un registro epidemiologico nazionale impedisce di produrre dati epidemiologici oggettivabili (11).

Negli ultimi anni, grazie ai continui cambiamenti del livello di assistenza e di prevenzione nelle fasi di vita fetale e neonatale, ma anche l'incremento numerico e la maggiore probabilità di sopravvivenza dei nati pretermine, hanno determinato una modificazione della prevalenza e delle caratteristiche cliniche delle diverse forme di PCI.

Ad esempio, si è potuto osservare un aumento delle diplegie ed emiplegie derivanti da lesioni della sostanza bianca profonda, tipiche del neonato pretermine.

Al contrario, si è potuto riscontrare una riduzione delle tetraparesi spastiche e distoniche legate alle gravi sofferenze neonatali (asfissie, infezioni, traumi da parto, ittero) grazie ai miglioramenti nell'assistenza perinatale del neonato a termine.

3 Trattamento nelle PCI

La presenza di un danno del sistema nervoso centrale influenza in modo variabile sia la funzione motoria globale, sia lo sviluppo complessivo del bambino.

Nonostante la lesione cerebrale, che causa la PCI, non è reversibile, le sue conseguenze possono variare e modificarsi durante la crescita.

Le potenzialità di recupero e di miglioramento dei quadri clinici risultano sensibili a interventi rapidi, mirati e multidisciplinari.

3.1 Linee guida per la riabilitazione dei bambini affetti da PCI

La Società Italiana di Medicina fisica e Riabilitazione (SIMFER) e la Società Italiana di Neuropsichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza (SINPIA) hanno redatto delle Raccomandazioni e Linee Guida (11).

Nelle presenti Linee Guida è stato accolto e condiviso quanto enunciato nel “Manifesto per la riabilitazione del bambino” redatto dal Gruppo Italiano per la Paralisi Cerebrale Infantile (2000):

– La ri-abilitazione è un processo complesso teso a promuovere nel bambino e nella sua famiglia la migliore partecipazione e qualità di vita possibili. Con azioni dirette ed indirette essa si interessa dell'individuo nella sua globalità fisica, mentale, affettiva, comunicativa e relazionale, coinvolgendo il suo contesto familiare, sociale ed ambientale.

La riabilitazione della PCI è per definizione un intervento terapeutico operato per il recupero delle funzioni della vita di relazione piuttosto che per la rieducazione di organi, apparati o sistemi (Ferrari, 2005). Il termine “abilitare” significa trasmettere conoscenze. Chi opera in termini abilitativi cura attraverso i genitori; questa modalità di intervento indiretto deve essere condivisa con tutte le figure sanitarie coinvolte (Ferrari, 1998).

– La rieducazione è competenza del personale sanitario ed ha per obiettivo lo sviluppo ed il miglioramento delle funzioni adattive. Essa rappresenta un processo discontinuo e limitato nel tempo che deve necessariamente concludersi quando per un tempo ragionevole non si verificano cambiamenti significativi né nello sviluppo né nell'utilizzo delle funzioni adattive. La rieducazione deve tenere conto della molteplicità delle funzioni alterate, nella logica dello sviluppo patologico e nel rispetto dell'individualità e della diversità di ciascun bambino.

- L'educazione è competenza della famiglia, del personale sanitario e dei professionisti del settore ed ha per obiettivo sia la preparazione del bambino ad esercitare il proprio ruolo sociale, sia la formazione della comunità, a cominciare dalla scuola, ad accoglierlo ed integrarlo, per aumentarne le risorse ed accrescere l'efficacia del trattamento rieducativo. Durante il percorso riabilitativo, l'obiettivo dell'integrazione sociale è prioritario in tutte le età e non deve essere subordinato al raggiungimento preliminare di determinati obiettivi terapeutici.
- L'assistenza ha per obiettivo il benessere del bambino e della sua famiglia ed è competenza del personale sanitario e degli operatori del sociale. Essa deve accompagnare il bambino e la sua famiglia sin dalla comunicazione della diagnosi di disabilità.

Alla conclusione del percorso riabilitativo, o quando il bambino con paralisi cerebrale infantile ha superato l'età evolutiva, va assicurata la continuità assistenziale da parte dei Servizi al fine di evitare il disorientamento della famiglia o situazioni di abbandono del paziente.

Pertanto, la formulazione del progetto abilitativo e dei vari programmi terapeutici deve naturalmente comprendere interventi integrati operati necessariamente sui tre ambiti della rieducazione, dell'educazione e dell'assistenza (11).

3.2 Importanza di un approccio multidisciplinare

Per la realizzazione del progetto abilitativo è necessario un approccio in cui sia presente una équipe multidisciplinare, ossia un insieme di figure professionali diverse che assieme concorrano all'attuazione del progetto stesso.

Tra queste, troviamo: medici specialisti (quali neuropsichiatra infantile, fisiatra, oculista, otorinolaringoiatra), psicologi, assistenti sociali, personale della riabilitazione (fisioterapista, terapeuta occupazionale, logopedista, neuropsicomotricista dell'età evolutiva, educatore).

Come strumento di comunicazione facilitante la multidisciplinarietà viene raccomandato l'utilizzo dell'ICF-CY.

3.3 Figura del fisioterapista e Trattamento Fisioterapico

Il fisioterapista ricopre un ruolo significativo e determinante all'interno del progetto abilitativo del bambino affetto da Paralisi Cerebrale Infantile, in particolare si occupa di: rieducazione funzionale dei deficit neuromotori, addestramento del caregiver e del personale scolastico

(nello specifico, nelle posture e ausili) e, inoltre, può rappresentare un'interfaccia con i tecnici ortopedici.

Il trattamento fisioterapico deve basarsi su importanti linee guida, tra cui:

- rispettare il bambino, le sue necessità e i suoi problemi
- focalizzarsi sul bambino e sulle sue funzioni e strutture corporee (ICF-CY) (12)
- favorire lo sviluppo statico-motorio, la stazione eretta e la deambulazione (nei limiti della forma di PCI)
- focalizzarsi contemporaneamente anche su Attività e Partecipazione (ICF-CY) del bambino nel mondo in cui vive
- lavorare sui Fattori Ambientali (ICF-CY) che circondano il bambino (abbattimento delle barriere architettoniche)
- precocità di intervento, per sfruttare la neuroplasticità
- uso integrato di esercizio terapeutico, ausili, chirurgia funzionale, approcci farmacologici in un'ottica biopsicosociale (ICF-CY)
- approccio Centrato sulla Famiglia (Family Centered Approach):
- proposte multidisciplinari mirate alla creazione di condizioni facilitanti la maturazione in tutti gli ambiti di sviluppo e di vita.

Citando, nuovamente, le Linee Guida e Raccomandazioni realizzate da SIMFER e SINPIA, è importante che l'ambito del progetto rieducativo sia costituito da attività e abilità concrete e finalizzate ad obiettivi realistici. Il progetto non può essere perciò stabilito in modo predeterminato (applicazione di un metodo come ricetta universale precostituita), ma deve essere adattato ai bisogni, ai problemi e alle risorse di quel bambino con paralisi cerebrale infantile e della sua famiglia ed essere sottoposto in questa direzione a costante verifica (11).

3.4 Principali strumenti terapeutici

Nelle Paralisi Cerebrali Infantili, il Trattamento può essere costituito da vari strumenti terapeutici, combinati e in sinergia tra loro.

Tra questi, evidenziamo:

- esercizio terapeutico (mirato sull'articolarià, forza muscolare, equilibrio, postura, sensibilità, funzioni cognitive, trattando il paziente nella sua globalità)

- trattamento farmacologico (farmaci per il controllo della spasticità, delle discinesie, dei disturbi associati al movimento)
- ortesi (correttive, contenitive, funzionali) e ausili (per la postura, autonomia, movimento)
- chirurgia ortopedica funzionale e neurochirurgia
- istruzioni ai famigliari, educatori
- modifiche adattive dell'ambiente
- promozione di terapie complementari e alternative (attività motorie e socializzanti).

In riferimento a ciò, è importante affermare che il trattamento sia pianificato in base ai bisogni del bambino affetto da PCI; pertanto, è necessario e sufficiente la presenza di prerequisiti essenziali, quali:

- Motivazione del bambino
- Modificabilità delle funzioni
- Capacità di apprendimento
- Capacità di acquisizione

(Adriano Ferrari – 2010) (2).

3.5 Terapie complementari e alternative nei bambini con PCI

I bambini affetti da Paralisi Cerebrale Infantile sono pazienti che, dall'esordio della loro condizione patologica, necessitano di trattamenti di riabilitazione a vita.

Per tale scopo, è importante rendere le terapie anche dei momenti di gioco e divertimento.

Nel corso di questi ultimi anni sono state introdotte, studiate ed applicate nuove metodiche d'intervento all'interno del processo terapeutico dei bambini con PCI, alcune già approvate e altre ancora in fase di sperimentazione e sviluppo.

In associazione ad alcune delle comuni terapie (citate nei paragrafi sovrastanti, tra cui: fisioterapia, terapie farmacologiche, terapia occupazionale, procedure chirurgiche, ortesi ecc), si stanno sviluppando metodi e trattamenti alternativi.

Prendendo in esame alcuni di questi: oggi si sta diffondendo, grazie alla maggior disponibilità di tecnologie avanzate, la riabilitazione robotica (13) che, combinata alla realtà virtuale (14), riesce a riprodurre situazione di vita quotidiana o di gioco, come ad esempio il *Lokomat* (15).

La seduta riabilitativa viene così orientata verso il raggiungimento di un obiettivo, che in caso di difficoltà, può essere conseguito con l'aiuto di un robot.

Altre terapie alternative che stanno ottenendo sempre più successo ed efficacia sono: l'ippoterapia (16) e videogiochi sulla Nintendo Wii (17) per migliorare l'equilibrio ed il cammino; la musicoterapia, osservando come la pratica di uno strumento musicale possa migliorare la funzionalità degli arti superiori (18).

Inoltre, in seguito alla scoperta dei neuroni specchio (19), sempre più utilizzate sono quelle attività indirizzate verso un apprendimento motorio, derivante dalla stimolazione di tali neuroni, in cui alla base troviamo l'osservazione, immaginazione ed imitazione. Si tratta per lo più di attività quotidiane, quali semplicemente: guardare la televisione, personaggi di videogiochi, osservare i gesti motori degli insegnanti, coetanei, e soprattutto dei componenti della famiglia. È, infatti, anche a seguito di questa scoperta, che la famiglia è diventata sempre di più parte centrale ed influente nel percorso riabilitativo, essendo genitori e fratelli le principali persone che vengono imitate durante lo sviluppo del bambino.

Un altro ambito molto studiato e praticato è quello dello sport, che non solo sta diventando parte integrante del percorso terapeutico, stimolando l'attivazione muscolare, l'equilibrio e la coordinazione, ma è anche un importante ed efficiente strumento di inclusione sociale.

4 Attività motoria nei bambini con PCI: ARRAMPICATA SPORTIVA

4.1 Benefici dell'attività motoria

“Un programma di attività motoria migliora la forma fisica, il livello di partecipazione e la qualità della vita nei bambini con paralisi cerebrale se aggiunto alle cure standard”.

È ciò che ha affermato la “United Cerebral Palsy Research and Educational Foundation” (20). È sempre più comune la necessità di portare la riabilitazione fisioterapica anche fuori dall’ambiente ospedaliero e renderla più coinvolgente e divertente per i bambini. Rendere il trattamento un’attività ricreativa, poiché non solo faciliterebbe la buona riuscita, ma anche la socializzazione.

L'obiettivo terapeutico primario per questi bambini è quello di migliorare la loro capacità di svolgere compiti significativi e funzionali nella vita quotidiana e quindi poter cambiare il livello della disabilità.

Tutto ciò può essere ottenuto con una buona ed equilibrata associazione di sedute terapeutiche ad adeguate e adattate attività motorie-sportive.

In passato, l'attività fisica nei bambini con PCI era comunemente evitata, poiché vi era preoccupazione per l'effetto di tale sforzo sulla spasticità muscolare e sui modelli di movimento dei bambini. (21).

Tuttavia, recenti ricerche hanno messo in luce come l'attività fisica sia uno strumento primario contro le complicazioni secondarie della paralisi cerebrale, fornendo ai bambini e adolescenti che vivono con la malattia una migliore funzione corporea, abilità funzionale e partecipazione sociale (22).

L'attività fisica e l'esercizio fisico stanno rapidamente diventando interventi riconosciuti per i bambini con paralisi cerebrale per migliorare i livelli di forza muscolare, capacità aerobica e funzione muscolare.

La pratica sportiva nei bambini con PCI, tuttavia, può essere condizionata dalla presenza di alterazioni nel movimento, da deformità scheletriche e, quando presente, dal ritardo mentale. Di conseguenza, come si richiede nelle attività sportive, per questa popolazione di bambini il raggiungimento di un gesto motorio ben eseguito e finalizzato appare più faticoso e difficile rispetto a soggetti sani. È necessario quindi prevedere e scegliere dei carichi di lavoro più leggeri e periodi di recupero più lunghi del normale. Anche la scelta del tipo di attività sportiva viene fatta considerando il tipo di disturbo motorio del bambino con PCI.

In questo ambito è di fondamentale importanza la preventiva valutazione del medico sportivo affinché il bambino sia indirizzato verso una più corretta e personalizzata pratica sportiva e una specifica preparazione fisica adattata.

Per concludere, quindi, l'attività motoria anche in questa disabilità può considerarsi un ideale proseguimento e integrazione dei trattamenti abilitativi tradizionali, rispetto ai quali il beneficio maggiore è la possibilità di svolgere attività motorie in un ambiente non medicalizzato e, spesso, anche insieme con altri individui cosiddetti normodotati (23).

4.2 Attività di Arrampicata: una visione abilitativa

Viene definita Arrampicata Sportiva la disciplina sportiva individuale che consiste nell'arrampicata naturale, cioè senza l'ausilio di mezzi artificiali utilizzati per la progressione, a scopo agonistico, amatoriale e di educazione motoria, svolta sia su pareti naturali o artificiali.

La storia risale al 5 luglio 1985, quando i più abili scalatori si diedero appuntamento a Bardonecchia (in provincia di Torino) per dirimere definitivamente la questione: chi fosse il più forte in parete. Nacque quel giorno l'Arrampicata Sportiva, con le sue regole, i suoi sistemi di valutazione, le gare e i confronti.

Dopo pochi anni, la Federazione Arrampicata Sportiva Italiana (FASI) ottenne il riconoscimento del CONI e nel 2007 nasce la Federazione Internazionale (IFSC).

L'Arrampicata in poco tempo ha iniziato ad imporsi come moda e come stile di vita; uno stile mutuato dall'alpinismo e declinato in ambito prettamente sportivo.

Le arrampicate, che si svolgono sempre in assoluta sicurezza, hanno come scopo quello di arrivare più in alto su itinerari sempre più difficili. Perché la base di questa disciplina è il confronto, diretto, appassionato, fino all'ultima presa, con se stessi e con gli altri.

Nei primi mesi del 2011 la Federazione ha raggiunto un importante obiettivo: il riconoscimento dell'Arrampicata come Disciplina sportiva paralimpica da parte del CIP (Comitato Italiano Paralimpico) (23).

“Arrampicarsi è un gesto creativo, che permette di esprimersi a tutti i livelli e con qualunque tipo di disabilità... non è solo agonismo, presenta anche connotazioni riabilitative... arrampicarsi è una metafora della vita: ci si aggrappa a una parete quanto ci si tiene alla vita”.

È ciò che afferma Simone Salvagnin, atleta della Nazionale Italiana Paraclimbing e responsabile del settore Paralimpico F.A.S.I. (25).

In questi ultimi anni sempre più si sta sviluppando e diffondendo il concetto di “Climbing Therapy”, ossia l’idea di utilizzare a scopo riabilitativo l’abilità dell’essere umano di arrampicare, presente sin dalla nascita. Osservare, afferrare, muoversi in verticale, spostare il centro di gravità e contemporaneamente allenare il proprio corpo sotto una guida terapeutica. L’arrampicata è prima di tutto un gesto motorio che richiede al corpo un controllo costante della postura e dell’equilibrio coinvolgendo diversi gruppi muscolari.

I concetti fondamentali di questa attività quindi si basano sull’equilibrio, inteso come adattamento del corpo alle perturbazioni esterne, ma anche sul ruolo dei sistemi sensoriali (visivi, vestibolari, tattili e propriocettivi) che integrano e influenzano i movimenti.

Diversi studi recenti mostrano una crescente popolarità dell’arrampicata terapeutica (Therapeutic Climbing) per i pazienti con varie condizioni cliniche.

Tale attività potrebbe essere un nuovo tentativo di colmare il vuoto lasciato dagli esercizi tradizionali che non sempre affrontano il benessere fisico, mentale e sociale.

È ciò che afferma lo studio “The Therapeutic Effects of Climbing: A Systematic Review and Meta-Analysis” di Gassner L. et al., in cui sono stati delineati gli effetti positivi dell’arrampicata in vari gruppi di pazienti, sostenendo che “Therapeutic climbing” è un trattamento sicuro ed efficace per migliorare il benessere fisico, mentale e sociale (26).

Nella Revisione narrativa “Application and Mechanism of Therapeutic Climbing: A Narrative Review” di Liu S. et al., gli autori hanno esplorato nei relativi studi sull’arrampicata terapeutica la sua origine e il suo sviluppo. Secondo la letteratura, l’arrampicata terapeutica è stata applicata principalmente nel campo dell’ortopedia e poi è stata gradualmente utilizzata in neurologia, psichiatria e psicologia. Ci sono due potenziali meccanismi: fisiologico e psicologico (27).

L’attività di arrampicata, in questi ultimi anni, è stata oggetto di studio e sperimentazione in vari ambiti terapeutici, quali: psicologico, nello specifico nel trattamento della depressione (28), dell’ansia, del disturbo ossessivo-compulsivo (29), del disturbo iperattivo e deficit di attenzione (30), dell’autismo (31); nell’ambito ortopedico, soprattutto nelle problematiche alla spalla (32), al rachide (tra cui back pain) (33).

Nell’ambito neurologico, non ci sono ancora numerosi studi che esaminano e confermano l’efficacia dell’allenamento terapeutico di arrampicata.

Tuttavia, tra quelli presenti in letteratura, troviamo studi sugli effetti dell’arrampicata nei pazienti affetti da Parkinson (34), da Sclerosi Multipla (35), da Atassia cerebellare.

Infatti, secondo lo studio "Effect of Long-Term Climbing Training on Cerebellar Ataxia: A Case Series" di Stephan Marianne Anke et al., l’allenamento di arrampicata ha il potenziale di essere un nuovo metodo di riabilitazione per i pazienti con atassia negli arti superiori e inferiori.

I dati ottenuti da questo studio supportano che l'attività di arrampicata a lungo termine migliora le prestazioni motorie e riduce i sintomi di atassia. Inoltre, il fatto che i miglioramenti si siano verificati sia negli arti superiori che negli arti inferiori va in linea con il suggerimento che l'allenamento di arrampicata è un metodo adatto per l'intero sistema motorio (36).

Ci sono studi rivolti anche ai pazienti affetti da ictus cronico, in cui si è studiato un programma di allenamento di arrampicata terapeutica volto al miglioramento dell'equilibrio e della funzione deambulatoria (37).

I bambini affetti da Paralisi Cerebrale Infantile sono, infine, un'ulteriore popolazione di pazienti neurologici in cui recentemente si stanno studiando ed esaminando gli effetti terapeutici che tale attività di arrampicata possa determinare.

4.3 Parete di Arrampicata come strumento terapeutico nei bambini con PCI

Nei bambini con PCI è importante variare l'ambiente riabilitativo e scegliere con cura il compito funzionale per stimolare attivamente la partecipazione del paziente.

Uno sport adattato, affiancato ai trattamenti abilitativi tradizionali in strutture sanitarie, può aiutare a raggiungere obiettivi funzionali altrimenti ottenuti in tempi più lunghi.

L'arrampicata sportiva adattata può essere un esempio.

Essendo l'arrampicata un'attività che può essere svolta in gruppo, aiuta sia la socializzazione che l'apprendimento motorio attraverso l'osservazione e l'imitazione dei compagni.

L'attività di arrampicata, nell'ambito pediatrico, potrebbe essere riconosciuta come un esercizio di "problem solving", ossia come un processo attivo di risoluzione dei problemi proposti e anche come metodo che influenza le fasi di neurosviluppo e plasticità neuronale in risposta agli stimoli forniti.

In questo modo si mette il bambino al centro del percorso abilitativo facendo in modo che scopra lui stesso come funziona il proprio corpo e come utilizzarlo per raggiungere obiettivi sia nell'ambito dell'attività motoria ma anche, e soprattutto, nel quotidiano.

Per comprendere al meglio i benefici dell'arrampicata è possibile confrontare i principi base di questa attività con le necessità riabilitative dei pazienti con PCI.

In generale, l'arrampicata è uno sport che va a stimolare sia gli arti superiori che inferiori, determinando la possibilità di aumentare la forza muscolare, di migliorare la funzionalità degli arti, soprattutto nelle attività funzionali della mano e nel cammino.

Nello specifico, nei bambini con PCI, gli arti inferiori possono essere colpiti da una spasticità muscolare, in particolare nei muscoli posteriori della gamba, tale da causare un'andatura del

cammino detta “a forbice” o semplicemente detta “sulle punte”, dovuta alla difficoltà di appoggiare il tallone durante il ciclo del passo. Nell’arrampicata i piedi sono il principale punto di appoggio per mantenere l’equilibrio, si posizionano le punte dei piedi sulle prese e di seguito si abbassano i talloni; è con questo movimento che si può determinare l’allungamento dei muscoli tricipiti surali e, di conseguenza, combattere la retrazione che spesso colpisce questi distretti muscolari.

Inoltre, dovendo fare attenzione a come si posizionano i piedi, l’attività può fornire ai bambini un maggior controllo muscolare negli arti inferiori.

Nel caso degli arti superiori la spasticità causa una riduzione del ROM articolare del gomito, polso e dita, causando difficoltà nei movimenti fini della mano ma anche una ridotta sensibilità del tatto.

Nell’arrampicata vengono utilizzate prese con forme diverse tra loro: in questo modo si può promuovere la mobilità del polso, l’apertura della mano e la capacità fine di presa; infine, passando da una presa all’altra, essendo necessaria l’estensione del gomito, può aumentare la mobilità nel gomito.

Con l’arrampicata si può allenare anche l’equilibrio e la coordinazione, aiutando i soggetti con PCI a comprendere come distribuire il loro peso del corpo, in modo da essere stabili sulle prese e, di conseguenza, stabili in altre attività funzionali e quotidiane.

L’arrampicata terapeutica è, pertanto, una pratica che si sta sperimentando e definendo nel mondo scientifico riabilitativo dei bambini con PCI, in quanto la possibilità di creare dei percorsi terapeutici in contesti ludici aiuta a rendere la riabilitazione coinvolgente.

5 MATERIALI E METODI

Per il quesito di ricerca, trattando di un argomento ancora poco studiato, privo di una Letteratura ampia, complessa e non riconducibile ad una Revisione Sistemica, è stata selezionata come tipologia di studio Secondario una Scoping Review.

Questa Scoping Review è stata condotta seguendo la check-list del PRISMA Extension for Scoping Review (PRISMA-ScR 2020) (38).

5.1 Formulazione del quesito clinico

Il quesito clinico di ricerca è stato: *“Cosa ci dice la Letteratura esistente in merito al ruolo dell’attività di Arrampicata sportiva nel percorso Abilitativo del bambino affetto da Paralisi Cerebrale Infantile?”*.

5.2 Criteri di eleggibilità

Gli articoli sono stati selezionati basandosi sui criteri di eleggibilità prestabiliti.

Criteri di Inclusione degli studi e articoli, determinati in base al PCC:

- *Population*: bambini affetti da Paralisi Cerebrale Infantile
- *Concept*: attività di Arrampicata, i suoi effetti ed aspetti clinici
- *Context*: ambiente ospedaliero ed extra-ospedaliero
- Tipologia di fonti: studi pubblicati in Banche dati, articoli provenienti da riviste scientifiche e dalla cosiddetta “grey literature”

Criteri di Esclusione:

- Studi e articoli su soggetti adulti
- Studi e articoli su bambini con patologie differenti dalla PCI
- studi precedenti all’anno 2005

5.3 Strategia di ricerca

Lo scopo di questa ricerca è stato quello di fornire le eventuali conoscenze, tramite studi e articoli disponibili in letteratura, rispetto al quesito di ricerca, precedentemente formulato: *“Ruolo dell’attività di Arrampicata sportiva nel percorso Abilitativo del bambino affetto da Paralisi Cerebrale Infantile”*.

L’attività di Arrampicata in ambito riabilitativo, nello specifico nei bambini con PCI, non essendo ancora ampiamente conosciuta e studiata, non presenta una vasta ed esaustiva letteratura.

Di conseguenza, la ricerca delle fonti di evidenza è stata condotta su Banche dati, quali PubMed, PEDro, Cochrane Library, e in aggiunta è stata inclusa anche la cosiddetta letteratura grigia, tra cui articoli di giornali scientifici e studi provenienti da Università internazionali e nazionali.

Le ricerche sono iniziate intorno ad aprile 2022 e terminate a giugno 2022.

Le parole chiave utilizzate per la ricerca sono state: *“therapeutic climbing”*, *“climbing therapy”*, *“sport climbing”*, *“indoor climbing”*, *“indoor wall climbing”*.

5.4 Selezione degli studi

Per questa Scoping Review la selezione degli studi è avvenuta in diverse fasi.

È stata eseguita secondo il processo di identificazione, screening, eleggibilità ed inclusione degli studi, raffigurato in seguito dal PRISMA flow diagram (Figura 1), un diagramma di flusso che sintetizza la selezione dei vari studi, realizzato secondo il modello delle linee guida PRISMA Statement (39).

Una volta completata la ricerca, è stata condotta una prima selezione, eliminando i duplicati. Successivamente sono stati selezionati gli studi e articoli tramite lo screening di titolo e abstract e, infine, è stata eseguita un’ulteriore selezione in base ai criteri di eleggibilità e la lettura dei full text.

6 RISULTATI

6.1 Diagramma di flusso

Come rappresentato in Figura 1, a seguito della ricerca e del processo di selezione, sono stati inclusi 8 articoli.

La ricerca è stata realizzata con i seguenti database: *PubMed*, *PEDro* e *Cochrane Library*; come metodo di ricerca è stata inclusa anche la *Letteratura grigia*, in quanto nelle precedenti Banche dati non erano presenti numerosi articoli e studi rispetto al quesito.

La ricerca su *PubMed* è stata effettuata utilizzando come stringa di ricerca: “climbing” OR “therapeutic climbing” OR “indoor wall climbing” AND “indoor climbing”.

Sono stati individuati 122 risultati.

Nel motore di ricerca *PEDro* la ricerca ha prodotto 48 risultati, utilizzando una combinazione di parole chiavi: “climbing therapy”, “indoor wall climbing”.

Per *Cochrane Library* sono state utilizzate nella stringa di ricerca le seguenti parole chiave: “therapeutic climbing” AND “sport climbing”.

Sono stati ottenuti 17 risultati.

Dalla ricerca mediante altri metodi (grey letteratura), tra cui Google Scholar, sono stati individuati 13 risultati.

Primariamente sono stati esclusi i duplicati provenienti dalle diverse Banche dati: dei 200 articoli complessivi ne sono rimasti 194; di seguito quest’ultimi sono stati sottoposti ad un primo screening in base a titolo e abstract.

Dallo screening precedente sono stati eliminati 159 articoli; successivamente sono stati revisionati i restanti 35 mediante i criteri di eleggibilità e la lettura dei full-text.

A seguito della lettura dei full-text, sono stati rimossi 27 articoli, alcuni poiché non accessibili e altri non pertinenti al quesito clinico di partenza.

Infine, dei 200 articoli inizialmente individuati sono stati inclusi 8 in totale.

Tale processo di selezione degli articoli è stato descritto tramite il diagramma di flusso seguente (Figura 1).

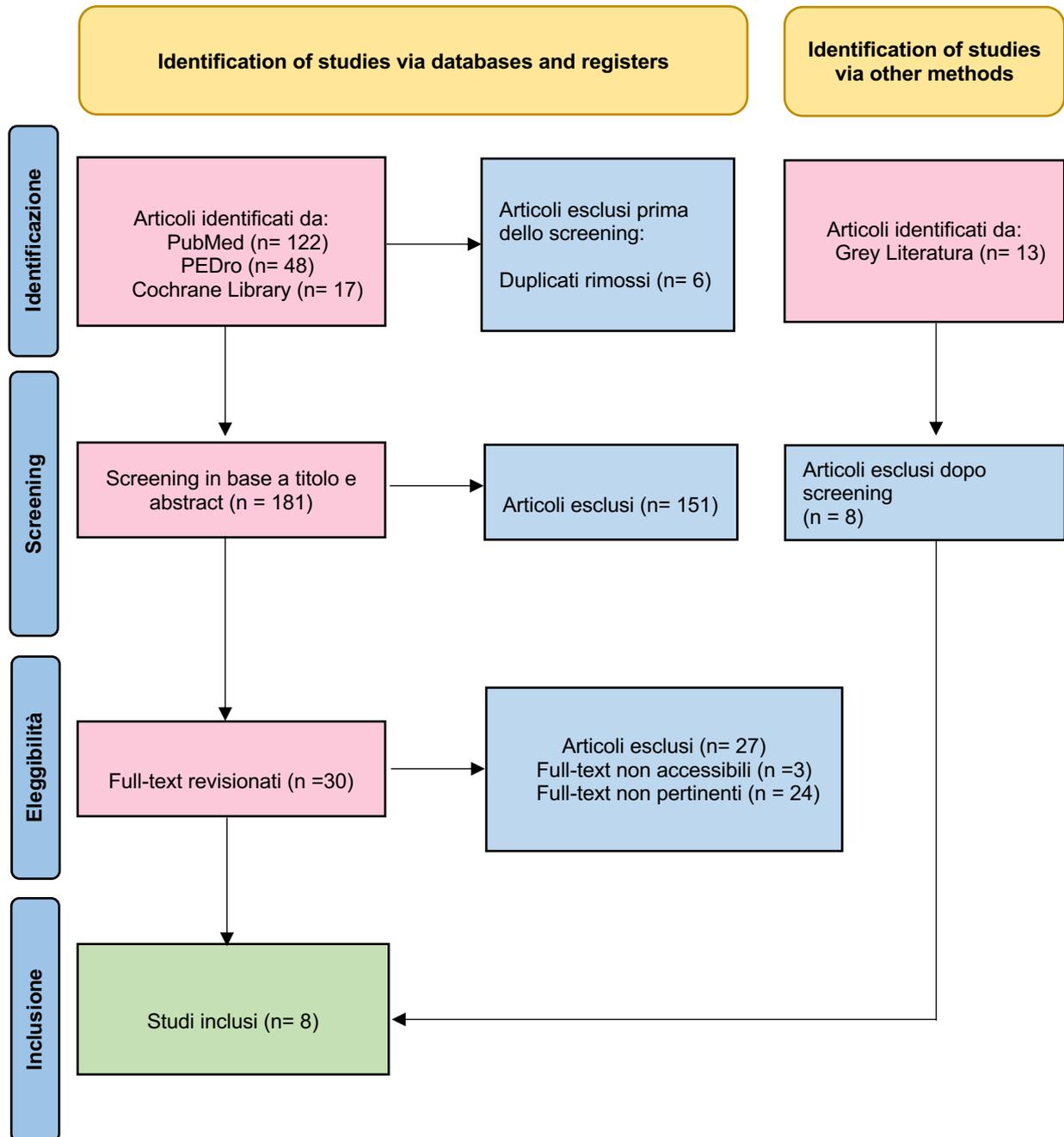


Figura 1: PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases, registers and other sources.

6.2 Articoli inclusi al fine del processo di selezione

In questa Scoping Review sono stati selezionati 8 articoli, citati qui di seguito:

- 1) Schram Christensen M, Jensen T, Voigt CB, Nielsen JB, Lorentzen J. *To be active through indoor-climbing: an exploratory feasibility study in a group of children with cerebral palsy and typically developing children*. BMC Neurol. 2017 Jun 15;17(1):112 (40).
- 2) Huayna Gabriel Barrios Koch, Gabriela de Oliveira Peixoto, Rita Helena Duarte Dias Labronici, Natália Cristina de Oliveira Vargas e Silva, Fabio Marcon Alfieri, Leslie Andrews Portes. *Therapeutic climbing: a possibility of intervention for children with cerebral palsy*. Acta Fisiatr. 2015 Jul;22(1):30-33. (41)
- 3) Harald Böhm, Miki Katharina Rammelmayr, Leonhard Döderlein. *Effects of climbing therapy on gait function in children and adolescents with cerebral palsy – A randomized, controlled crossover trial*. European Journal of Physiotherapy. 2015; 17: 1–8 (42).
- 4) Diane Groff, Emily Lawrence, and Suzanne Grivna. *Effects of a Therapeutic Recreation Intervention using Exercise: A Case Study with a Child with Cerebral Palsy*. Therapeutic Recreation Journal. 2006; 40(4): 269-283 (43).
- 5) Greta Simoni, Eduardo Palermo, Alessandro Colombo, Politecnico di Milano, Cecilia Monoli, Tallinn University of Technology. *ACCEPT: Arrampicata come strumento di riabilitazione e valutazione continua per bambini con Paralisi Cerebrale Infantile*. Sapienza Università di Roma, 2022 (44).
- 6) John Thomas Nickerson Miller. *Biomechanical Modeling of Children with Cerebral Palsy to Establish Recreational Rock-Climbing Therapy*. Faculty of the School of Engineering and Applied Science University of Virginia, 2016 (45).
- 7) Grace Loftin. Rock Climbing. *Therapy for Individuals with Disabilities*. Ouachita Baptist University, 2022 (46).
- 8) Zhang Rui. *Development of an adaptive climbing hold for children with cerebral palsy*. Università Politecnico di Milano, 2021 (47).

6.3 Caratteristiche degli studi inclusi

Le 8 fonti di evidenza individuate sono state pubblicate dal 2006 al 2022.

Di queste, 4 sono studi pubblicati nelle Banche dati e in Giornali ufficiali, i quali presentano 4 disegni di studio differenti: un randomized controlled trial (RCT), un case series, un exploratory feasibility study e un case study. Rispettivamente sono studi che provengono dalla Germania, Brasile, Danimarca e Stati Uniti.

Le restanti 4 fonti provengono dalla “grey literature”, nello specifico si tratta di studi universitari, provenienti da differenti università: Sapienza Università di Roma, University of Virginia, Ouachita Baptist University e Università Politecnico di Milano.

Tabella 1: Caratteristiche degli studi

Autori e Anno di pubblicazione	Titolo	Paese dello studio	Disegno di studio	Scopo dello studio	Intervento
Schram Christensen M, Jensen T, Voigt CB, Nielsen JB, Lorentzen J. 2017	<i>To be active through indoor-climbing: an exploratory feasibility study in a group of children with cerebral palsy and typically developing children</i>	Danimarca	Exploratory feasibility study	Studiare la fattibilità e i possibili effetti benefici dell'attività di arrampicata nei bambini con Paralisi Cerebrale Infantile; arrampicata come attività per rendere questi bambini fisicamente più attivi; inserire l'arrampicata nei contesti di (ri)abilitazione.	Un programma di allenamento intensivo di 2 settimane di arrampicata indoor in 17 bambini di età compresa tra 11 e 13 anni, tra cui 11 con PCI e 6 senza alcuna disabilità.
Huayna Gabriel Barrios Koch, Gabriela de Oliveira Peixoto, Rita Helena Duarte Dias Labronici, Natália Cristina de Oliveira Vargas e Silva, Fabio Marcon Alfieri, Leslie Andrews Portes 2015	<i>Therapeutic climbing: a possibility of intervention for children with cerebral palsy</i>	Brasile	Case series	Valutare nei bambini con Paralisi Cerebrale Infantile l'attività di arrampicata come risorsa terapeutica e la sua influenza sulla forza della mano nelle attività di presa, sul controllo posturale, sulla mobilità funzionale e sul controllo delle spasticità.	Sessioni terapeutiche di arrampicata per 3 mesi consecutivi in 8 bambini con PCI, con età variabili tra i 4 e 14 anni.

Harald Böhm, Miki Katharina Rammelmayr, Leonhard Döderlein 2015	<i>Effects of climbing therapy on gait function in children and adolescents with cerebral palsy – A randomized, controlled crossover trial</i>	Germania	Randomized controlled trial (RCT)	Valutare l'effetto dell'arrampicata terapeutica sulla funzione del cammino in bambini e adolescenti con PCI.	Una programma di 6 settimane di arrampicata terapeutica, confrontata con il trattamento tradizionale, in 8 bambini con PCI.
Diane Groff, Emily Lawrence, and Suzanne Grivna 2006	<i>Effects of a Therapeutic Recreation Intervention using Exercise: A Case Study with a Child with Cerebral Palsy</i>	Stati Uniti	Case study	Valutare in un bambino con PCI gli effetti di un programma di esercizi terapeutici alternativi, tra cui l'arrampicata, sull'attività aerobica e la resistenza muscolare, sulla forza muscolare e le capacità motorie.	Un programma di terapie alternative, tra cui l'arrampicata, di 6 settimane in un singolo bambino con PCI.
Alessandro Colombo, Greta Simoni, Politecnico di Milano, FightTheStroke, Tallinn University of Technology 2022	<i>ACCEPT: Arrampicata come strumento di riabilitazione e valutazione continua per bambini con Paralisi Cerebrale Infantile</i>	Italia		Ricavare degli indici quantitativi che possano essere utilizzati da fisioterapisti, fisiatri e terapisti occupazionali per valutare e monitorare le abilità motorie di bambini con PCI durante l'attività di arrampicata.	Attività di arrampicata su una parete sensorizzata, in 3 giorni all'interno di una settimana, in un gruppo di bambini con PCI, andando a valutare la forza e l'articolarietà di ogni arto superiore, plegico e sano, durante l'arrampicata, così da rendere la parete un ambiente di misura simile ad un contesto di gioco.

John Thomas Nickerson Miller 2016	<i>Biomechanical Modeling of Children with Cerebral Palsy to Establish Recreational Rock Climbing Therapy</i>	Stati Uniti		Studiare la cinematica e la dinamica dell'arrampicata su roccia in bambini con Paralisi Cerebrale Infantile, confrontandoli con bambini con normo-sviluppo, e identificare gli eventuali benefici dell'arrampicata sulla forza e resistenza muscolare, sulla spasticità e coordinazione.	Sessioni di attività su una parete d'arrampicata personalizzata e sensorizzata di un mese, in 3 bambini con PCI e 5 bambini senza alcuna disabilità.
Grace Loftin Ouachita Baptist University 2022	<i>Rock Climbing Therapy for Individuals with Disabilities</i>	Stati Uniti		Indagare gli eventuali benefici derivanti dall'attività di arrampicata, dal punto di vista terapeutico e della qualità di vita in bambini con Paralisi Cerebrale Infantile.	Un programma di arrampicata su roccia, come attività terapeutica adattiva in individui con PCI.
Zhang Rui, Alessandro Colombo, Francesco Ferrise, Marita Canina, Marco Domenico Santambrogio, Vittoria Roiati, Francesca Fedeli, Playmore, FASI 2021	<i>Development of an adaptive climbing hold for children with cerebral palsy</i>	Italia		Adattare l'attività di arrampicata indoor ai bambini con PCI per aiutarli a migliorare l'esperienza motoria ma anche ad acquisire sicurezza e capacità di comunicazione sociale. Nello specifico progettare e sviluppare una specifica presa di arrampicata adattata e utilizzabile sia in palestra che a casa.	Indagine, laboratorio e osservazione dei bambini con PCI durante l'attività di arrampicata indoor, integrando terapisti, arrampicatori professionisti e genitori dei bambini; progettazione del prodotto di presa caratterizzata da una forma adattata, studiata appositamente per questi bambini.

6.4 Descrizione e risultati dei singoli studi

Studio 1: *“To be active through indoor-climbing: an exploratory feasibility study in a group of children with cerebral palsy and typically developing children”*

Obiettivo dello studio: Studiare possibili effetti benefici dell'attività di arrampicata nei bambini con PCI e come attività per rendere questi bambini fisicamente più attivi, inserendola nei contesti di (ri)abilitazione.

Partecipanti: 17 bambini di età compresa tra 11 e 13 anni, di cui 11 con PCI e 6 senza alcuna patologia. Tra i bambini con paralisi, a tutti era stata diagnosticata una forma bilaterale, ad eccezione di un partecipante con forma unilaterale. Tutti i bambini erano capaci di deambulare e classificati con GMFCS 1, tranne un caso con GMFCS 2.

Intervento: 9 giorni di attività di arrampicata pianificati in un periodo di 17 giorni; i partecipanti sono stati valutati con test fisiologici e cognitivi da un fisioterapista specializzato in neuropsichiatria infantile e da 2 fisiatristi.

Misure di Outcome: velocità di salita, calcolata in base al tempo e all'altezza totale scalata; EMG della muscolatura della mano, forza muscolare della mano, forza e ROM della caviglia; prove funzionali, tra cui Sit to Stand in 30 s, test di Romberg in 30 s; test cognitivi, tra cui CogState e valutazione psicologica e sociale tramite un questionario.

Risultati: Il risultato principale di questo studio è che i bambini con PCI svolgono una quantità uguale di attività fisica rispetto ai loro coetanei TD senza dover eseguire interventi di formazione specializzati per bambini con disabilità fisiche (40). In sintesi, per quanto riguarda i miglioramenti funzionali, i bambini con PCI hanno migliorato il loro punteggio nel Sit to Stand; i test fisiologici hanno rivelato un aumento significativo della forza muscolare della mano, nello specifico nell'attività di pinza, e una maggiore libertà di movimento nell'articolazione della caviglia. Diversamente, non sono stati rivelati cambiamenti significativi nel contesto psicologico nei due gruppi rispetto al prima e dopo allenamento di arrampicata.

Studio 2: *“Therapeutic climbing: a possibility of intervention for children with cerebral palsy”*

Obiettivo dello studio: Valutare nei bambini con PCI l'attività di arrampicata come risorsa terapeutica e la sua influenza sulla forza della mano nelle attività di presa, sul controllo posturale, sulla mobilità funzionale e sul controllo delle spasticità.

Partecipanti: 8 pazienti con PCI, tra i 4 e 14 anni, accumulati clinicamente da emiparesi, provenienti dal reparto di Neurologia del Policlinico Universitario di San Paolo (Brasile). Sono stati esclusi pazienti con alterazioni cognitive ed epilessia.

Intervento: 2 volte a settimane in 3 mesi di un programma di arrampicata terapeutica su una parete con supporti fissi di grandi dimensioni, di facile presa e colorati, limitata all'altezza di 3 metri. Ogni intervento durava un'ora; i primi minuti venivano utilizzati per esercizi respiratori e di stretching, seguiti da esercizi di arrampicata sulla parete (esercizi statici sulla parete, esercizi per raggiungere supporti, orizzontalmente, verticalmente e diagonalmente, arrampicandosi con arti superiori e inferiori in flessione fino a raggiungere poi la massima estensione degli arti al termine del gesto; ogni seduta terminava con dei minuti di rilassamento (attività ricreative e giochi per ridurre frequenze cardiache e respiratorie e regolarizzare il tono muscolare).

I bambini venivano valutati, all'inizio e alla fine di ogni intervento, da un fisioterapista.

Misure di outcome: la forza della mano durante la presa (con un dinamometro), il controllo posturale (con il test di Guralnik che valutava equilibrio statico, velocità di deambulazione e capacità nell'alzarsi dalla sedia), la mobilità funzionale (con il test Timed Up and Go) ed infine la spasticità (con la scala di Ashworth).

Risultati: degli 8 bambini, uno è stato escluso per aver saltato alcune giornate; dei 7 pazienti inclusi, 3 mostravano il livello I GMFCS, 3 il livello II GMFCS e uno il livello III GMFCS. A seguito delle sessioni, si era osservato un miglioramento nella forza di presa della mano, del controllo muscolare (aumento del punteggio nel test di Guralnik), della mobilità funzionale (riduzione del tempo medio per eseguire il test Timed Up and Go) e anche della spasticità (41).

Studio 3: *“Effects of climbing therapy on gait function in children and adolescents with cerebral palsy – A randomized, controlled crossover trial”*

Obiettivo dello studio: Valutare l'effetto dell'attività di arrampicata sulla funzione del cammino in bambini e adolescenti con PCI.

Partecipanti: 8 bambini e adolescenti con PCI, con età compresa tra 7 e 18 anni, tutti con forma bilaterale spastica e in grado di camminare (livelli I-III GMFCS), inoltre, cinque su otto presentavano lievi menomazioni dell'arto superiore (MACS 2), ma non impedivano l'esecuzione dell'arrampicata; i criteri di esclusione erano: vista ridotta, incapacità di seguire istruzioni verbali. 8 bambini e adolescenti con normo-sviluppo, abbinati per età e genere,

estratti dal database del laboratorio del cammino, per svolgere un confronto e discutere la condizione dell'andatura prima e dopo la terapia.

Intervento: confronto di 6 settimane di arrampicata terapeutica con 6 settimane di trattamento convenzionale. I pazienti sono stati divisi casualmente in due gruppi uguali. Quattro alunni hanno ricevuto prima il trattamento convenzionale poi svolto l'arrampicata; l'altro viceversa. Ogni terapia consisteva in due sessioni di un'ora e mezza a settimana. Prima dell'inizio dello studio e tra i due interventi, è stato prescritto un periodo di 4 settimane senza terapia per ottenere la stessa linea di base prima di ogni periodo di intervento. L'arrampicata avveniva su una parete da arrampicata sotto la supervisione di due alpinisti. Dalla prima alla quinta settimana il compito era raggiungere cinque obiettivi di allenamento principali, tra cui: nella prima settimana conoscere l'equipaggiamento di sicurezza e raccogliere adesivi lungo la via di arrampicata, nella seconda portare il baricentro verso il muro, nella terza stabilizzarsi nella parete rilasciando alternativamente le mani dal muro, nella quarta allenare la forza con movimenti di estensione del ginocchio e nella quinta esercitarsi a scendere dalla parete. Nella sesta settimana, venivano praticate tutte le tecniche.

Misure di outcome: analisi strumentale dell'andatura prima e dopo le 6 settimane di terapia convenzionale e di attività di arrampicata, utilizzando un sistema a 8 telecamere.

I partecipanti hanno dovuto camminare a piedi nudi lungo un percorso di 12 m con la loro velocità spontanea. Sono stati valutati i parametri spazio-temporali, tra cui velocità di camminata, lunghezza e cadenza del passo. Per valutare la qualità dell'andatura, è stato calcolato il Gait Profile Score (GPS) che indicava la deviazione dell'andatura normale nel movimento pelvico, negli angoli della caviglia, del ginocchio e dell'anca.

Risultati: i partecipanti con PCI hanno mostrato una deviazione da un'andatura naturale (GPS maggiore, rotazione interna, andatura accovacciata ed equina), tipica nelle forme cliniche bilaterali-spastiche. I risultati dello studio hanno rivelato che i parametri spazio-temporali dell'andatura non erano significativamente differenti dopo 6 settimane di terapia tradizionale e di arrampicata terapeutica. Pertanto, gli esercizi specifici di arrampicata non sono stati sufficientemente efficaci; possibili ragioni potevano essere che i bambini erano principianti e venivano inseriti nell'imbracatura di sicurezza con anca e ginocchio in posizione flessa, tale da non migliorare la capacità di estensione del ginocchio durante la deambulazione.



Figure 2: Climbing training session of two patients with bilateral spastic cerebral palsy (BSCP). Patients were instructed and secured by two experienced climbing therapists (42).

Studio 4: *“Effects of a Therapeutic Recreation Intervention using Exercise: A Case Study with a Child with Cerebral Palsy”*

Obiettivo dello studio: Valutare in un bambino con PCI gli effetti di un programma di esercizi terapeutici alternativi, tra cui l'arrampicata, per migliorare il controllo del tronco, la forza della mano e la coordinazione occhio-mano.

Partecipanti: Christopher, un bambino affetto da PCI, con diplegia (a volte richiede assistenza solo durante il cammino); i genitori erano presenti durante gli interventi.

Intervento: Un programma di terapie alternative, di un'ora, due volte a settimana, per un totale di sei settimane. Si trattava di un piano di trattamento individuale basato sugli interessi principali del bambino. Il suo programma di attività includeva l'attività di arrampicata su roccia, oltre allo stretching con il suo fisioterapista, al nuoto e al bowling.

Misure di outcome: scala FIM, per valutare la disabilità e l'indipendenza nelle attività.

Risultati: il bambino ha risposto positivamente all'attività di arrampicata (FIM=3, moderata assistenza). Miglioramento della coordinazione occhio-mano e della forza della mano, anche a seguito dell'utilizzo di un dispositivo, un rinforzante della presa della mano, che ha promosso il mantenimento della forza, anche a casa. Tuttavia, gli mancava la forza necessaria per manipolare ciascuno dei pulsanti del dispositivo indipendentemente con un solo dito. Non è stato possibile valutare correttamente un eventuale miglioramento del controllo del tronco (43).

Studio 5: “ACCEPT: Arrampicata come strumento di riabilitazione e valutazione continua per bambini con Paralisi Cerebrale Infantile”

Obiettivo dello studio: il progetto si concentra sull'arrampicata, studiando, realizzando e testando, assieme alla fondazione FightTheStroke(1), un primo prototipo di parete adattata, sensorizzata, riconfigurabile e interattiva (chiamata “ACCEPT”); studiare se è possibile distinguere l'arto plegico da quello sano, durante l'arrampicata, nei bambini con emiplegia tramite l'utilizzo di tale parete (costituita di prese sensorizzate e di sensoristica indossabile); ricavare degli indici quantitativi che possano essere utilizzati da fisioterapisti, fisiatra e terapisti occupazionali per valutare e monitorare le abilità motorie di bambini con PCI durante l'attività di arrampicata. In sintesi, la ricerca si propone quindi di promuovere il ruolo dell'arrampicata come metodo terapeutico, proponendo una soluzione che è al contempo allenamento, inclusione e strumento di analisi dei progressi di riabilitazione.

Partecipanti: 7 bambini (1 femmina e 6 maschi) con diagnosi di PCI, caratterizzati da emiplegia, con età compresa tra i 7 e gli 11 anni, e con livelli I-II GMFCS.

Intervento: in 3 giorni, attività di arrampicata su una parete caratterizzata da sensori di forza dietro le prese; inoltre è stato chiesto agli 8 bambini di arrampicarsi indossando 5 sensori di movimento (IMU), posizionati sugli arti superiori. Per ogni giorno di misura si eseguivano 4 prove statiche e 2 dinamiche.

Misure di outcome: indici temporali (differenza di tempo tra la prima e la seconda salita), forza muscolare (esercitata da ogni arto superiore durante l'arrampicata), ROM in estensione del gomito e abduzione della spalla, indici di simmetria per la forza esercitata dalle mani.

Risultati: diminuzione del tempo nell'esecuzione della prima e della seconda salita, la quale indica una prima fase di apprendimento motorio; l'arrampicata stimola i bambini nell'estensione del gomito e nell'abduzione della spalla. I sensori di forza sono stati in grado di distinguere l'arto superiore plegico da quello sano sulla base della forza esercitata, durante l'arrampicata. Gli indici di simmetria hanno permesso di comprendere di quanto l'arto plegico è più debole di quello sano (44).



Figura 4: Parete ACCEPT



Figura 5: Prova dinamica in parete

Studio 6: “*Biomechanical Modeling of Children with Cerebral Palsy to Establish Recreational Rock-Climbing Therapy*”

Obiettivo dello studio: Studiare la cinematica e la dinamica dell'arrampicata su roccia in bambini con PCI, confrontandoli con bambini normo-sviluppati; identificare gli eventuali benefici dell'arrampicata sulla forza e resistenza muscolare, sulla spasticità e coordinazione.

Partecipanti: 3 bambini con PCI, 2 femmine con livello III GMFCS e 1 maschio con livello II GMFCS, accomunati da diplegia, confrontati con 5 bambini senza alcuna disabilità.

Intervento: attività di arrampicata in 3 mesi, su una parete personalizzata e avente sensori di forza. Tramite la tecnica di Motion capture, è stata registrata l'andatura dei partecipanti durante l'arrampicata.

Misure di outcome: forza muscolare e ROM articolare degli arti inferiori.

Risultati: Le sessioni di arrampicata hanno rivelato che la popolazione con normo-sviluppo era più abile nella generazione della forza muscolare sulla parete di arrampicata; tuttavia, la popolazione con PCI è migliorata con l'allenamento in salita producendo una maggiore forza degli arti inferiori. Inoltre, sono state osservate lunghezze muscolari superiori nei bambini con PCI, suggerendo che potrebbero essere capaci di scalare lo stesso tratto dall'arrampicata dei loro coetanei. Rispetto ai risultati della deambulazione, il ROM nella dorsiflessione di caviglia, nella flessione di ginocchio, nell'abduzione di anca era maggiore e le corrispondenti lunghezze muscolari erano significativamente più estese.

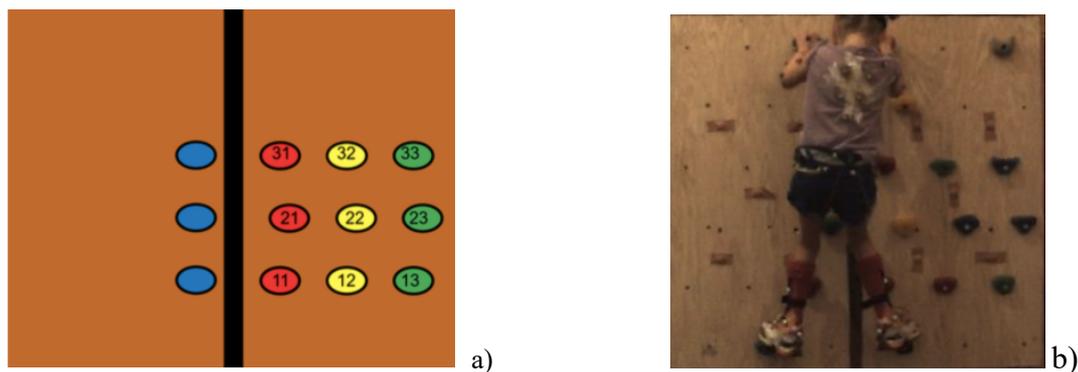


Figura 6: The climbing wall configuration. a) On the right wall, climb grips were positioned in a 3x3 grid on the right side for a variety of lateral, vertical, and combined vertical/lateral steps. b) A climber is shown climbing up to the starting position (the grip labeled 11 and its blue lateral counterpart) (45).

Studio 7: *“Rock Climbing Therapy for Individuals with Disabilities”*

Obiettivo dello studio: Indagare gli eventuali benefici derivanti dall’attività di arrampicata, dal punto di vista terapeutico e della qualità di vita in bambini con Paralisi Cerebrale Infantile.

Partecipanti: bambini e giovani adulti con diagnosi di PCI

Intervento: programma di attività di arrampicata su roccia, mediante le apposite attrezzature e dispositivi di sicurezza, con precise indicazioni da parte di istruttori esperti e terapeuti. Prove funzionali e fisiologiche come il test Sit-to-Stand, i compiti di precisione e resistenza eseguiti da elettromiografia, Bio-Sway (pedana stabilometrica statica) e Gross Motor Function Classification System (GMFCS) possono essere utilizzati come valutazioni per osservare e monitorare eventuali progressi fisici ottenuti dall'arrampicata (46).

Risultati: L’Arrampicata può determinare modifiche rispetto alla forza, la resistenza, la stabilità posturale, la tecnica, l'equilibrio, la coordinazione, la ricerca di vie, e l'attenzione, così come una serie di aspetti psicologici al di là della paura, che predispone il bambino ad alte richieste. La core stability, i flessori delle dita, gli adduttori delle spalle, i flessori del gomito e i flessori lombari sono muscoli significativi, utilizzati durante l'arrampicata, insieme anche all’assistenza dalla parte inferiore del corpo. Partecipando regolarmente all'arrampicata e impegnando questi muscoli, si può migliorare la loro forza muscolare che aiuterà a mantenere una migliore postura, un maggior controllo motorio, equilibrio e coordinazione occhio-mano.

Studio 8: *“Development of an adaptive climbing hold for children with cerebral palsy”*

Obiettivo dello studio: Adattare l'attività di arrampicata indoor ai bambini con PCI per aiutarli a migliorare l'esperienza motoria ma anche ad acquisire sicurezza e capacità di comunicazione sociale. Nello specifico progettare e sviluppare una specifica presa di arrampicata adattata e utilizzabile sia in palestra che a casa.

Partecipanti: bambini affetti da PCI, con emiplegia spastica, con età compresa tra 6 e 12 anni.

Intervento: realizzazione e costruzione di una specifica e adattata presa di arrampicata, che consenta ai bambini di eseguire movimenti della mano, necessari nelle varie attività funzionali della mano: apertura della mano, opposizione del pollice, estensione del gomito, supinazione della mano. Tali prese sono state progettate sia per essere inserite su un’apposita parete di arrampicata, sia per essere utilizzate singolarmente in un ambiente domestico, come strumento di gioco. Per dimostrare e testare la funzionalità delle prese progettate, è stata organizzata una settimana di attività di arrampicata per i bambini emiplegici.

Risultati: L'attività di arrampicata è stata particolarmente apprezzata dai bambini, suscitando interesse, intraprendenza e inclusione. Nel corso della settimana si è potuto osservare un

miglioramento da quasi tutti i bambini. Parte di questo progresso è stato raggiunto grazie all'introduzione della corda come strumento di supporto che ha migliorato la fiducia dei bambini nell'affrontare il percorso della parete. Alla fine delle sessioni, uno dei bambini con mano emiplegica è riuscito a salire l'intero muro completamente bendato.

Durante l'attività, sono stati intervistati fisioterapisti ed esperti di arrampicata che hanno potuto valutare i bambini e l'efficienza delle prese installate: le prese sono risultate positive in quanto incoraggiano i bambini a mettere la mano nella cavità, specialmente per i bambini con una mano molto rigida; le impugnature arrotondate sono quelle preferite perché consentono di appoggiare tutta la mano su di esse; al contrario, le pinze e le prese esagonali sono risultate di difficile utilizzo.

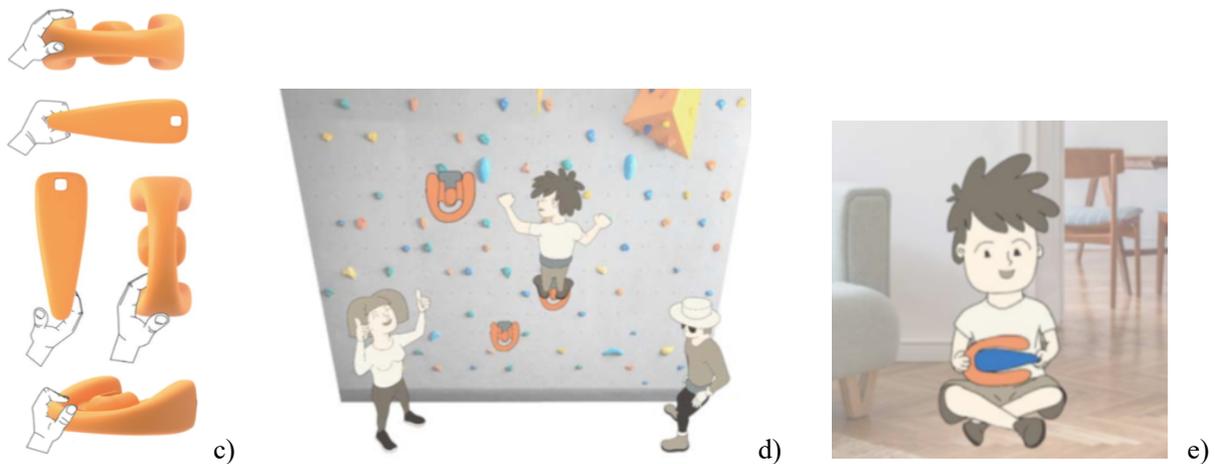


Figura 7: c) Different hand positions can be provide by the hold: Open the hand/ Thumb opposition/ Elbow extension/ Hand supination/ etc. d) When the child stand on the hold they will feel stable, since the hold offers him a stable and large enough place to stand. After few seconds the therapist will encourage him to get to the next target. e) When they get back home, child can also play with the toy, to practise the motor movement of the hand. Also the activities at home can also remind him the memories while he is climbing, in order to enhance the affection of the climbing therapy (47).

7 DISCUSSIONE

Come precedentemente affermato, l'obiettivo di questa Scoping Review è fornire delle conoscenze e un quadro generale rispetto alla funzionalità dell'attività di arrampicata inserita in un contesto terapeutico all'interno del progetto abilitativo di un bambino affetto da Paralisi Cerebrale Infantile.

A seguito della lettura e di uno studio approfondito degli articoli inclusi, è stato possibile analizzare, mediante un approccio critico, i rispettivi risultati ottenuti.

Nonostante la quantità limitata degli studi e il loro discreto valore scientifico (un solo studio RCT, studio di fattibilità, case series, un case study), la loro analisi ha individuato risultati e considerazioni eterogenee rispetto al ruolo e l'eventuale efficacia dell'arrampicata, anche se uniti da una conclusione comune: in un bambino con paralisi cerebrale l'attività di arrampicata, se eseguita in una adeguata parete adattata, con appropriati strumenti e precise indicazioni di esecuzione, può considerarsi una nuova e valida proposta terapeutica, non una terapia autonoma, ma da accompagnare ad un programma di fisioterapia.

In primo luogo, l'arrampicata è sicuramente un'attività funzionale ed efficiente nell'ambito sociale.

Gli Autori dei vari studi sono di comune accordo nell'affermare che l'arrampicata, primariamente, possa essere un ottimo ambiente di socializzazione tra questi bambini e i loro pari (40), un'aggiunta preziosa per aumentare la motivazione per la terapia e l'attività fisica (42). L'arrampicata, inserita quindi in un ambito terapeutico e combinata alla fisioterapia, contribuisce a massimizzare la partecipazione e l'interesse del paziente in un contesto più stimolante a raggiungere un miglior funzionamento fisico.

A tale scopo, alcuni studi (40) (43) hanno esaminato l'efficacia dell'attività di arrampicata mettendo a confronto i bambini affetti da PCI con i loro coetanei, caratterizzati invece da un normo-sviluppo.

Nello studio 1, l'arrampicata veniva svolta in contemporanea con modalità mista, ossia gruppi di bambini con PCI insieme a bambini senza alcuna disabilità fisica; i risultati avevano dimostrato che i bambini con PCI potevano impegnarsi nell'allenamento di arrampicata in condizioni di parità con i loro coetanei normodotati.

I bambini con PCI spesso si trovano ad affrontare la sfida di non essere sufficientemente abili per partecipare a sport, il che può portare alla perdita di motivazione e fiducia in se' stessi. Mediante l'attività di arrampicata, come strumento di intervento, questi bambini possono avere

il vantaggio di competere contro se' stessi e di adattare percorsi differenti in base alle difficoltà e alle esigenze del singolo. Ciò fornisce una base per esperienze di successo in un ambiente sociale, indipendentemente dal livello di competenza. Arrampicatori di diverso livello possono arrampicare insieme o uno accanto all'altro con la possibilità per i più esperti di fornire feedback positivi ai meno esperti, rafforzando ulteriormente i rapporti tra loro. Di conseguenza, si può sperare che l'ambiente dell'arrampicata in futuro possa essere un'arena per i bambini con PCI in cui possono sviluppare, oltre ad abilità motorie, anche sociali, mentali, insieme ai loro coetanei, senza il timore di non esser all'altezza (40).

L'arrampicata è, perciò, uno strumento efficace per cambiare la visione del paziente quando i trattamenti, a cui sono sottoposti a vita, risultano difficili e impegnativi da affrontare; infatti, si è osservata, grazie alla adesione e al forte interesse dei partecipanti alla terapia di arrampicata, una maggior e completa collaborazione del paziente.

Oltre all'aspetto sociale-psicologico, in larga parte, tutti gli Autori hanno esaminato l'arrampicata anche dal punto di vista motorio, studiandone gli effetti sulla componente muscolare, sul controllo posturale, sulle abilità motorie, quali il cammino, ma soprattutto, le attività manuali. Come terapia, l'arrampicata coinvolge contemporaneamente più parti del corpo nei bambini con PCI.

Lo studio 1 affermava che il miglioramento delle capacità motorie ottenute attraverso l'allenamento di arrampicata è probabilmente riflesso da una maggiore sincronizzazione tra corteccia e muscoli, che si traduce in un sistema di reclutamento delle unità motorie più efficiente che può essere trasferito alle capacità funzionali quotidiane, come nell'attività del Sit to Stand, nelle attività funzionali dell'arto superiore.

Come è stato dimostrato dallo studio 2, la parete di arrampicata richiede continuamente al corpo di adattarsi ai cambiamenti nello spazio; in questo modo i bambini vengono stimolati nella correzione posturale e nel controllo dell'equilibrio, determinando un miglioramento del controllo del tronco, e di conseguenza, una facilitazione nell'esecuzione delle attività motorie degli arti, soprattutto quelli superiori.

L'arrampicata determina un ampio lavoro muscolare; maggiormente coinvolti sono sicuramente i muscoli della core stability, degli arti superiori, specialmente flessori delle dita, adduttori delle spalle, flessori dei gomiti, insieme all'assistenza muscolare della parte inferiore del corpo (46).

Partecipando regolarmente all'arrampicata e impegnando questi muscoli, si può migliorare la loro forza muscolare, e in larga parte negli arti superiori e nel tronco, aiutando il bambino a mantenere una migliore postura e controllo motorio.

Oltre ad un maggior controllo posturale, ne consegue anche un miglioramento della mobilità e una riduzione della spasticità e rigidità muscolare, preservando l'elasticità funzionale dei muscoli.

Infatti, l'effetto maggiore primario si osservava sul tronco e sull'arto superiore, distalmente, riscontrando un miglioramento nella forza muscolare della mano durante le attività, quali grasping e pinch grip, dimostrando inoltre un maggior controllo motorio fine dell'indice e del pollice (40).

La forza della presa della mano è stata valutata utilizzando un dinamometro, con l'aggiunta di elettromiografia (EMG) per valutare l'attivazione muscolare. La funzionalità della mano è stata osservata con il Pinch precision task.

I bambini progressivamente riescono a guadagnare forza nell'impugnatura della mano, tali da diventare più indipendenti sulla parete e capaci di svolgere esercizi sempre più complessi e attività quotidiane con maggior sicurezza.

Gli studi (44) (47) hanno posto attenzione maggiormente all'efficacia dell'attività di arrampicata adattata sugli arti superiori plegici dei bambini.

È stato dimostrato che mediante l'attività su una parete d'arrampicata, strutturata specificatamente per questi giovani pazienti, è possibile monitorare e valutare la differenza tra arto superiore plegico e sano (diversamente per gli arti inferiori), in termini di forza e articolarietà.

Sono stati estratti degli indici quantitativi per distinguere l'arto plegico da quello forte e per osservare se l'arrampicata stimolasse questi bambini a mettere alla prova il proprio lato più debole.

Si è osservato che durante gli esercizi in parete i bambini hanno superato i propri limiti per riuscire a raggiungere le prese del percorso e salire fino all'ultima presa del percorso.

Utilizzare prese di diversa forma e grandezza può aiutare la capacità di presa della mano, migliorandone la funzionalità. Si stimola inoltre l'estensione del gomito e del polso spesso bloccati a causa della spasticità muscolare.

Dato che i bambini eseguivano due prove in parete (prove dinamiche) una dopo l'altra, si è deciso di confrontare i tempi impiegati nelle due salite. Si è visto che il tempo impiegato per svolgere la seconda prova era visibilmente minore rispetto a quello impiegato nella prima.

Questo risultato permetteva di ipotizzare che ci sia stata una prima fase di apprendimento motorio (44).

Lo studio 8 si è dedicato maggiormente nella ricerca, ideazione e progettazione di specifiche e adeguate prese di arrampicata da inserire in una parete adattata per soli bambini con paralisi cerebrale (47).

Per rendere questa attività un esercizio utile per l'abilitazione, è necessario mantenere la semplicità dell'arrampicata, cioè affidarsi alle regole dell'equilibrio e alle tecniche previste, mantenendo un percorso semplice e intuitivo.

È stata progettata una presa più grande, tale da poter integrare tutte le posizioni dell'arto superiore.

In generale, la presa deve consentire, oltre alla massima sicurezza per il bambino, l'apertura-chiusura della mano, opposizione del pollice, estensione del gomito e supinazione dell'avambraccio (questi ultimi due movimenti possono essere determinati da una presa dal basso).

L'innovazione e il vantaggio di questa nuova presa progettata si basava sulla opportunità di utilizzarla anche in un contesto domestico, ludico e contemporaneamente terapeutico. È possibile, infatti, rimuovere la presa dalla parete di arrampicata e usarla anche a casa, così da poter diventare un vero e proprio giocattolo, conservando parallelamente la funzione riabilitativa primaria.

Lo studio 3, invece, si è soffermato nell'uso dell'arrampicata sulla funzione del cammino nei bambini e adolescenti con paralisi cerebrale. I risultati ottenuti rivelavano dei parametri spazio-temporali del cammino non significativamente differenti dopo 6 settimane di arrampicata terapeutica (42).

L'uso dell'arrampicata nei bambini con PCI deve essere discusso in modo critico come trattamento autonomo, poiché può deteriorare l'andatura accovacciata avviando all'estensione completa dell'anca e del ginocchio.

Durante l'arrampicata è necessario stimolare l'arto inferiore: stimolare il peso sulla gamba per garantire un supporto stabile.

Per questo motivo è bene fare in modo che le prese dedicate agli arti inferiori siano semplificate e abbiano una superficie semiorizzontale. Nel caso specifico dei bambini con PCI, i movimenti e le posizioni da stimolare sono sicuramente con l'arto inferiore in estensione e, in particolare con la caviglia in dorsi-flessione, con il tallone verso il basso, con l'obiettivo di ridurre la

rigidità muscolare posteriormente e in funzione di un cammino più funzionale, con un buon contatto del piede al suolo.

Gli studi futuri dovrebbero concentrarsi su una posizione estesa degli arti inferiori sulla parete di arrampicata e il terapeuta dovrebbe prestare maggiore attenzione alla posizione delle ginocchia. L'obiettivo dovrà essere quello di sviluppare un protocollo che combina l'attività di arrampicata con la fisioterapia convenzionale, in modo che l'andatura accovacciata non venga peggiorata e l'esercizio di arrampicata possa essere un'aggiunta preziosa per aumentare la motivazione per la terapia e l'attività fisica.

7.1 Implicazioni per la pratica clinica:

Dall'analisi degli studi inclusi, gli aspetti clinici che emergono nei risultati sono legati maggiormente all'effetto terapeutico dell'attività di arrampicata sull'arto superiore dei bambini con diagnosi di PCI.

L'obiettivo principale su questi bambini, che praticano arrampicata, è poter stimolare e rendere attivo il loro lato plegico, ridurre le varie rigidità, sia articolari che muscolari, degli arti superiori, col fine di possedere arti superiori più funzionali.

L'attività sulla parete di arrampicata implica, contemporaneamente, un lavoro articolare e muscolare di tutti i fulcri articolari dell'arto superiore, dalla spalla alla mano.

Durante l'arrampicata è sicuramente necessaria l'attivazione dei muscoli della spalla, tra cui soprattutto il gran dorsale, trapezio e deltoide, costantemente attivi, non solo in posizioni statiche, ma anche durante la progressione e la salita verso la presa successiva.

In questi bambini la parete viene progettata in modo tale da ricercare negli arti superiori una maggiore estensione del gomito, una supinazione dell'avambraccio ed estensione di polso.

Senza dubbio, impegnate durante ogni momento dell'arrampicata, le mani assumono il ruolo principale. Specificatamente, ogni presa della parete deve essere specifica e adattata per questi bambini, con lo scopo di integrare tutte i movimenti della mano, soprattutto quelli più limitati dalla rigidità e spasticità muscolare, tipica nelle PCI. Pertanto, si cercano movimenti di apertura della mano, di presa, di opposizione del pollice alle altre dita.

Eseguire, quindi, un'attività di arrampicata, usufruendo di prese adattate, può determinare sugli arti superiori di questi bambini un aumento della forza e resistenza muscolare, una riduzione delle spasticità e quindi un successivo guadagno articolare, e di conseguenza un miglior controllo motorio.

Tra i benefici che l'arrampicata può avere, vengono integrati anche gli effetti neurologici conseguenti, ritenendo e dimostrando che tale attività potrebbe essere utilizzata come intervento neuromotorio per le persone con disabilità, tra cui paralisi cerebrale.

Quando si considera l'arrampicata come una forma di terapia, ci si basa essenzialmente su un processo orientato verso obiettivi, arrampicarsi a prese, salire e seguire determinate vie sulla parete. Questo può risultare utile e funzionale, oltre ad essere piacevole, per soggetti con paralisi cerebrale.

La ricerca suggerisce anche che i cambiamenti della plasticità neuronale e la riorganizzazione dei neuroni cortico-motori possono essere associati e conseguenti a questa specifica attività, determinando così il fenomeno della neuroplasticità.

Così come durante il ripetuto raggiungimento di una presa o il posizionamento del piede in posizioni diverse, i neuroni motori si attivano e, abituandosi a quei determinati movimenti, consentono una migliore prestazione del compito. In un individuo con paralisi cerebrale, i movimenti svolti su una parete di arrampicata imitano molte attività della vita quotidiana, come raggiungere e afferrare un oggetto, aprire un armadio o anche sollevando se stessi da una sedia. Ripetere questi movimenti durante l'arrampicata può permettere al cervello di riorganizzarsi e reindirizzare i suoi percorsi neuronali, in modo che i movimenti vengano eseguiti più facilmente, dentro, ma anche fuori, all'arrampicata (46).

7.2 Limiti della ricerca

La mancanza di un'ampia letteratura scientifica sull'arrampicata come trattamento nei bambini con PCI e le ridotte dimensioni del campione hanno limitato i risultati dei vari studi.

Tuttavia, nonostante le dimensioni del campione, i risultati sono promettenti ed incoraggeranno nuovi studi con lo scopo di valutare gli effetti dell'arrampicata terapeutica in questa tipologia di paziente.

Sicuramente saranno necessari diversi studi randomizzati e controllati che vadano ad utilizzare e confrontare la terapia convenzionale con l'arrampicata terapeutica, così da supportare maggiormente l'incorporazione di questa risorsa terapeutica all'interno del trattamento dei bambini con PCI.

Nuove e successive indagini possono far progredire la convalida dell'arrampicata come forma di terapia conducendo studi che, non solo valutano i vantaggi fisici, ma anche i benefici neurologici e sociali delle esperienze di arrampicata.

Inoltre, negli studi futuri dovrebbero essere inserite delle modifiche: aggiungere dei gruppi di controllo, eseguire pre e post valutazioni della forza muscolare, resistenza, controllo motorio e del coordinamento.

In sintesi, confrontare i risultati ottenuti dai bambini con PCI con quelli di un gruppo di controllo, proporre l'arrampicata per un periodo più prolungato, consente di avere dei valori di riferimento. Questi saranno sicuramente utili per verificare l'effetto riabilitativo di questa attività, valutare gli eventuali miglioramenti motori dei bambini con PCI, col fine di creare una valida proposta di arrampicata terapeutica che possa essere utilizzata da fisioterapisti e nei centri di riabilitazione.

8 CONCLUSIONI

L'arrampicata può essere un metodo abilitativo nei bambini con PCI?

Dagli studi analizzati in questa Scoping Review si è cercato di rispondere e dimostrare tale quesito.

Dall'analisi delle evidenze emerge come l'arrampicata, inserita in un percorso abilitativo, possa diventare una vera e propria terapia aggiuntiva e innovativa per bambini affetti da paralisi cerebrale.

L'arrampicata può assumere un ruolo importante: essere un buon strumento terapeutico, in mano a fisioterapisti, fisiatristi, con lo scopo principale di migliorare e monitorare le abilità dei bambini con PCI, rendendo la riabilitazione più coinvolgente, ma anche aumentare l'integrazione sociale di questi bambini.

L'arrampicata è un'attività motoria e sportiva in cui ci si aiuta a vicenda, si impara osservando gli altri ed insieme si cercano e si trovano soluzioni diverse per affrontare la stessa difficoltà. Si crea in questo modo un contesto dove, tra una presa e l'altra, si cresce e ci si diverte insieme. Un grande vantaggio dell'arrampicata è dato dalla possibilità di far imparare a questi bambini come bilanciare il proprio peso corporeo sui quattro arti, ma soprattutto comprendere come sfruttare al meglio il loro lato plegico, insieme a quello forte, per raggiungere degli obiettivi, sia sulla parete che nella loro vita quotidiana.

Una parete di arrampicata, adattata e progettata appositamente secondo gli obiettivi di trattamento di un bambino con PCI, richiede al bambino un continuo cambiamento e adattamento del corpo nello spazio, così da determinare un miglioramento dell'assetto posturale, un maggior controllo del tronco e, di conseguenza, degli arti.

Tale parete necessita di prese diverse, di forma e grandezza maggiore, progettate in base alle abilità presenti e da guadagnare nel percorso abilitativo del bambino.

Utilizzare prese adeguate può aiutare la capacità di presa della mano migliorandone la funzionalità; si ricerca la stimolazione dell'estensione del gomito e del polso, una buona apertura della mano e opposizione del pollice, movimenti spesso bloccati a causa della spasticità muscolare.

Imparare a posizionare i piedi correttamente, con la punta sulla presa ed il tallone verso il basso, può ridurre la spasticità muscolare negli arti inferiori, migliorare il controllo motorio e di conseguenza anche il cammino.

Molti individui colpiti da PCI tendono nell'età più adulta a perdere le abilità acquisite durante l'infanzia e l'adolescenza. Pertanto, includere una pratica motoria e sportiva, come l'attività su

una parete di arrampicata, all'interno del loro progetto terapeutico sin dall'infanzia, può far sì che molti di questi bambini si appassionino e la continuino spontaneamente crescendo, trasformando così l'arrampicata in un vero e proprio stile di vita.

In conclusione, a partire dalle evidenze presenti fino ad oggi, sarà necessario approfondire ed effettuare futuri studi e ricerche su tale attività, col fine di dimostrare correttamente la sua funzione terapeutica sui bambini affetti da Paralisi Cerebrale Infantile.

Introdurre l'attività di arrampicata all'interno del programma fisioterapico di un bambino con PCI rappresenterebbe senz'altro un grande passo avanti nel mondo abilitativo.

Arrampicata è sinonimo di ascensione, progresso, innovazione ed inclusione.

BIBLIOGRAFIA

2. Ferrari A, Cioni G. *The Spastic Forms of Cerebral Palsy*. Milano: Springer Milan; 2010. Disponibile su: <http://link.springer.com/10.1007/978-88-470-1478-7>.
3. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, Jacobson V, Damiano D; Executive Committee for the Definition of Cerebral Palsy. (2005) Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol* 47: 571–576.
4. Hagberg B, Hagberg G, Olow I. The changing panorama of cerebral palsy in Sweden 1954-1970. I. Analysis of the general changes. *Acta Paediatr Scand*, 1975 Mar; 64(2):187-92.
5. Agency for Clinical Innovation. *Management Of Cerebral Palsy In Children: A Guide For Allied Health Professional*. NSW Health, 2018 Mar 14.
6. Kinsner-Ovaskainen A, Lanzoni M, Delobel-Ayoub M, Ehlinger V, Arnaud C, Martin S. *Surveillance of Cerebral Palsy in Europe: Development of the JRC-SCPE Central Database and Public Health Indicators*. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2017.
7. GMFCS © Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, Barbara Galuppi, 1997 *CanChild* Centre for Childhood Disability Research, McMaster University (Reference: *Dev Med Child Neurol* 1997;39:214-223).
8. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007 Feb;109:8-14. Erratum in: *Dev Med Child Neurol*. 2007 Jun;49(6):480.
9. Krägeloh-Mann I, Hagberg G, Meisner C, Schelp B, Haas G, Eeg-Olofsson KE, Selbmann HK, Hagberg B, Michaelis R. Bilateral spastic cerebral palsy--a comparative study between southwest Germany and western Sweden. II: Epidemiology. *Dev Med Child Neurol*. 1994 Jun;36(6):473-83.
10. Iona Novak et al. “Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment”. In: *JAMA pediatrics* 171.9 (2017), pp. 897–907.
11. SIMFER-SINPIA. *Raccomandazioni per la riabilitazione dei bambini affetti da Paralisi Cerebrale Infantile*. Aggiornamento 2013.

12. OMS Organizzazione Mondiale della Sanità. ICF-CY Classificazione Internazionale del Funzionamento, della Disabilità e della Salute - Versione per bambini e adolescenti. Erickson. 2007.
13. Veronica Cimolin et al. Robot-Assisted upper limb training for hemiplegic children with cerebral palsy. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*. 2019; 31(1): 89–101.
14. Hyun Jung Chang et al. Effects of Virtual Reality-Based Rehabilitation on Upper Extremity Function among Children with Cerebral Palsy. *Healthcare*. Vol. 8. 4. MDPI. 2020, 391.
15. Robert Riener et al. Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: an overview of the robotic gait orthosis lokomat. *Journal of Healthcare Engineering*. 2010; 1(2):197–216.
16. Kwon-Hoi Kim, Suk-Min Lee. Effects of hippotherapy on children with cerebral palsy: systematic review and meta-analysis. *Physical therapy rehabilitation science*. 2020; 9(1):55–65.
17. Valeska Gatica-Rojas et al. Does Nintendo Wii Balance Board improve standing balance? A randomized controlled trial in children with cerebral palsy. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017; 53(4):535–544.
18. Ana Alves-Pinto et al. “The case for musical instrument training in cerebral palsy for neurorehabilitation”. *Neural plasticity*. 2016.
19. Paskorn Sritipsukho, Tippawan Hansakunachai. Effects of mirror neurons stimulation on motor skill rehabilitation in children with cerebral palsy: A clinical trial. *J Med Assoc Thai*. 2012; 95(1): 166–S72.
20. The united cerebral palsy research foundation and educational foundation. *Exercise principles and guidelines for persons with cerebral palsy and neuromuscular disorders*. 1999.
21. Verschuren, O., Ketelaar, M., Gorter, J.W., Helders, P.J., Uiterwaal, C.S. and Takken, T., Exercise training program in children and adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Archives of pediatrics and adolescent medicine*. 2007; 161(11):1075-1081.
22. Darrah, J., Wessel, J., Nearingburg, P., O'Connor, M. Evaluation of a community fitness program for adolescents with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 1999;11(1):18-23.

23. Physiopedia contributors. Benefits of Physical Activity of Children With Cerebral Palsy in Mainstream Schools. Physiopedia. 2022 Oct 11. disponibile su: https://www.physio-pedia.com/index.php?title=Benefits_of_Physical_Activity_of_Children_With_Cerebral_Palsy_in_Mainstream_Schools&oldid=240573.
25. SuperAble INAIL. Il paraclimbing, racconto di una disciplina che entra nel vivo delle gare. 2021 Aug 2.
26. Gassner L, Dabnichki P, Langer A, Pokan R, Zach H, Ludwig M, Santer A. The Therapeutic Effects of Climbing: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Aug 6;19(15):9696.
27. Liu S, Gong X, Li H, Li Y. The Origin, Application and Mechanism of Therapeutic Climbing: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Aug 6;19(15):9696.
28. Luttenberger K, Stelzer EM, Först S, Schopper M, Kornhuber J, Book S. Indoor rock climbing (bouldering) as a new treatment for depression: study design of a waitlist-controlled randomized group pilot study and the first results. *BMC Psychiatry*. 2015 Aug 25;15:201.
29. Hörl D. Therapeutic Climbing—A Qualitative Analysis of the Effects and Effective Factors Using the Treatment of Anxiety and Obsessive-Compulsive Disorders as an Example. University of Applied Sciences Landshut; Germany. 2015.
30. Lee H.S., Song C.S. Effects of therapeutic climbing activities wearing a weighted vest on a child with attention deficit hyperactivity disorder: A case study. *J. Phys. Ther. Sci*. 2015;27:3337–3339.
31. Kokaridas D., Demerouti I., Margariti P., Krommidas C. The Effect of an Indoor Climbing Program on Improving Handgrip Strength and Traverse Speed of Children with and without Autism Spectrum Disorder. *Palaestra*. 2018;32:39–44.
32. Puhlinger M., Strutzenberger G., Leitl D., Holzner K., Schwameder H. Possibilities of altering arm and shoulder muscle activation in a static therapeutic climbing exercise through arm position, hand support and wall inclination. *Eur. J. Sport Sci*. 2017;17:1212–1219.
33. Engbert K., Weber M. The effects of therapeutic climbing in patients with chronic low back pain: A randomized controlled study. *Spine*. 2011;36:842–849.

34. Langer A., Hasenauer S., Flotz A., Gassner L., Pokan R., Dabnichki P., Wizany L., Gruber J., Roth D., Zimmel S. A randomised controlled trial on effectiveness and feasibility of sport climbing in Parkinson's disease. *NPJ Parkinson's Dis.* 2021;7:49.
35. Claudia Kern, Technische Universität München. Effect of sport climbing on patients with multiple sclerosis - Hints or evidence?. *Neurologie und Rehabilitation.* 2013 Jan; 19(4):247-256.
36. Stephan MA, Krattinger S, Pasquier J, Bashir S, Fournier T, Ruegg DG, Diserens K. Effect of long-term climbing training on cerebellar ataxia: a case series. *Rehabil Res Pract.* 2011;2011:525879.
37. Soin Lee, PT, MSa, Mingyun Ko, PT, PhD, Seju Park, PT, MSa. Effects of Therapeutic Climbing Training on the Balance and Gait Ability in Chronic Stroke Patients. *J Int Acad Phys Ther Res* 2020; 11(3): 2126-2134.
38. Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil H. Chapter 11: scoping reviews (2020 version). In: Aromataris E, Munn Z, eds. *Johanna Briggs Institute Reviewer's Manual*, JBI. Johanna Briggs Institute; 2020.
39. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The Prisma statement. *PLoS Medicine.* 2009;6(7).
40. Schram Christensen M, Jensen T, Voigt CB, Nielsen JB, Lorentzen J. To be active through indoor-climbing: an exploratory feasibility study in a group of children with cerebral palsy and typically developing children. *BMC Neurol.* 2017 Jun 15;17(1):112.
41. Huayna Gabriel Barrios Koch, Gabriela de Oliveira Peixoto, Rita Helena Duarte Dias Labronici, Natália Cristina de Oliveira Vargas e Silva, Fabio Marcon Alfieri, Leslie Andrews Portes. Therapeutic climbing: a possibility of intervention for children with cerebral palsy. *Acta Fisiatrica* 2015 Jul;22(1):30-33.
42. Harald Böhm, Miki Katharina Rammelmayr, Leonhard Döderlein. Effects of climbing therapy on gait function in children and adolescents with cerebral palsy: A randomized, controlled crossover trial. *European Journal of Physiotherapy.* 2015; 17: 1–8.

43. Diane Groff, Emily Lawrence, Suzanne Grivna. Effects of a Therapeutic Recreation Intervention using Exercise: A Case Study with a Child with Cerebral Palsy. *Therapeutic Recreation Journal*. 2006; 40(4): 269-283.
44. Greta Simoni, Eduardo Palermo, Alessandro Colombo, Politecnico di Milano, Cecilia Monoli, Tallinn University of Technology. ACCEPT: Arrampicata come strumento di riabilitazione e valutazione continua per bambini con Paralisi Cerebrale Infantile. Sapienza Università di Roma, 2022.
45. John Thomas Nickerson Miller. Biomechanical Modeling of Children with Cerebral Palsy to Establish Recreational Rock-Climbing Therapy. Faculty of the School of Engineering and Applied Science University of Virginia, 2016.
46. Grace Loftin. Rock Climbing Therapy for Individuals with Disabilities. Ouachita Baptist University, 2022.
47. Zhang Rui. Development of an adaptive climbing hold for children with cerebral palsy. Università Politecnico di Milano, 2021.

SITOGRAFIA

1. <https://www.fightthestroke.org/>.
23. FASI Federazione Arrampicata Sportiva Italiana [<https://www.federclimb.it/1-arrampicata-sportiva/storia.html>] Accesso luglio 2022.