



Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Medicina

**Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dell'Attività
Motoria Preventiva e Adattata**

Tesi di laurea:

**Attività motoria adattata per bambini e adolescenti con paralisi
cerebrale infantile spastica**

Relatore: *Prof.ssa Federica Duregon*

Laureanda: Vira Nosar

N° di Matricola: 1205699

ANNO ACCADEMICO

2021/2022

INDICE

RIASSUNTO

ABSTRACT

INTRODUZIONE	1
1. PARALISI CEREBRALE INFANTILE SPASTICA	2
<i>1.1 - I fattori di rischio ed il quadro generale</i>	<i>2</i>
<i>1.2 - Comorbidità</i>	<i>5</i>
<i>1.3 - Valutazione di funzione motoria</i>	<i>8</i>
<i>1.4 - Scopo dello studio</i>	<i>15</i>
2. MATERIALI E METODI	15
<i>2.1 - Ricerca della letteratura</i>	<i>15</i>
<i>2.2 - Criteri di inclusione ed esclusione</i>	<i>16</i>
3. RISULTATI	17
<i>3.1 - Descrizione degli risultati</i>	<i>17</i>
<i>3.2 - Funzione degli arti superiori</i>	<i>21</i>
<i>3.3 - Funzione grosso-motoria</i>	<i>23</i>
<i>3.4 - Intensità</i>	<i>25</i>
4. DISCUSSIONE	27
<i>4.1 - Funzione degli arti superiori</i>	<i>28</i>
<i>4.2 - Funzione grosso-motoria</i>	<i>33</i>
<i>4.3 - Intensità</i>	<i>39</i>
<i>4.4 - Appunto pratico</i>	<i>45</i>
<i>4.5 - Limiti</i>	<i>51</i>
5. CONCLUSIONI	52
6. BIBLIOGRAFIA	53

RIASSUNTO

PRESUPPOSTI DELLO STUDIO

La letteratura moderna riguarda molteplici interventi motori e metodologie d'allenamento per la paralisi cerebrale infantile. È possibile evidenziare alcuni di essi, che sembrano influire sulla funzionalità motoria e la performance nei compiti funzionali in modo più efficace, rispetto ad altre modalità.

OBBIETTIVI

Lo studio è stato svolto con lo scopo di analizzare le ultime evidenze sull'efficacia degli interventi e delle metodologie d'allenamento per migliorare la funzione motoria.

MATERIALI E METODI

Sono state disaminate le revisioni sistematiche della letteratura che analizzano gli effetti degli interventi motori sulla funzione motoria degli arti superiori e grosso-motoria.

RISULTATI

Le evidenze più forti riportate in tutti gli studi sugli interventi per la funzione degli arti superiori sono state attribuite agli interventi attivi motori ad alta intensità. La modalità dell'intervento motorio chiamato il Bimanual Intensive Training ed i suoi differenti protocolli specifici, sono stati descritti come gli interventi d'efficacia nota per la funzione degli arti superiori.

Sono stati trovati i risultati statisticamente meno significativi degli interventi motori attivi sulla funzione grosso-motoria, tuttavia ci sono parametri comuni di alcuni interventi descritti. Tali parametri sono la pratica diretta o parziale di un compito funzionale, integrata nell'attività quotidiane ed applicata all'intensità predeterminata.

CONCLUSIONI

I parametri comuni degli interventi efficaci per la funzione motoria degli arti superiori e grosso-motoria sono differenti.

I compiti della funzione grosso-motoria richiedono il coinvolgimento motorio più complesso ed ampio. Inoltre, le limitazioni secondarie e la interdipendenza maggiore con altri componenti motori implicano la necessità di un'approccio multidisciplinare, includendo i percorsi motori e non per un miglioramento funzionale.

ABSTRACT

BACKGROUND

Modern research proposes different motor interventions and training methodologies for individuals with the cerebral palsy. Using the methodological analysis of the results, the most effective strategies could be highlighted.

AIM OF THE STUDY

To evaluate the latest evidence about the effectiveness of the motor interventions and the methodologies to improve motor function.

MATERIALS AND METHODS

Systematic reviews of recent literature were selected based on the selection criteria and then categorized based on the type of intervention: upper-limb function, gross-motor function and intensity of interventions.

RESULTS

The most effective interventions were highlighted. All the studies have shown significant evidence to support the effectiveness of high-intensity active motor training. Especially the training modality “Bimanual Intensive Training” and its variance have been described as the effective interventions for the upper-limb function.

Less significant evidence were found to support the effectiveness of the motor interventions to improve gross-motor function. However, common parameters were identified. These parameters are: the full or partial practice of the functional goal, application to the daily routine and the intensity that can determine the motor-learning process.

CONCLUSIONS

The common features of the effective interventions for upper-limb and gross-motor function are different.

Gross-motor function tasks require more elaborated motor involvement. Also, secondary limitations and the complex interdependence with other motor components necessitate to apply a multidisciplinary approach, with various intervention for the functional improvement

INTRODUZIONE

La paralisi cerebrale infantile (PCI) è una delle cause più frequenti della disabilità motoria nei bambini. Essa raggruppa i disturbi permanenti di movimento e/o di postura, dovuti a una interferenza, lesione o anomalia del cervello in fase di sviluppo. Il termine indica solamente l'effetto motorio dell'evento traumatico avvenuto nel periodo pre/peri/post- natale; e non la natura dell'evento stesso. Il carattere della lesione non è progressivo, tuttavia, durante la maturazione e l'adattamento del sistema nervoso centrale (SNC), alcune espressioni cliniche possono modificarsi con il tempo o anche acquisire il carattere progressivo. I disturbi motori predominanti sono tre: spasticità, discinesia, atassia e possono essere compresenti anche nelle forme miste {Gulati, 2018}.

La forma più comune è quella spastica ed è caratterizzata da: spasticità di diversa distribuzione motoria, ipertono e la comparsa dei riflessi patologici. A causa della grande variabilità dei quadri clinici, la sorveglianza della paralisi in Europa si limita a distinguere la spasticità uni e bi-laterale, per facilitare la terminologia. Per la diagnosi e la classificazione del paziente è necessaria la presenza di disturbi motori principali e di segni neurologici. Inoltre è consigliata una valutazione motoria funzionale degli arti. Quest'ultima è una delle misure standard non solo per la scelta del percorso terapeutico ed educativo, ma anche per la individualizzazione dell'impatto della patologia sulla vita del soggetto. Inoltre, la funzione motoria è direttamente relazionata con la qualità di vita e l'indipendenza della persona{Shelly, 2008}{Bottos, 2001}.

Nei casi di paralisi cerebrale la funzione motoria può essere compromessa non solo a causa del disturbo motorio principale, ma anche per le comorbidità spesso associate (i più frequenti: l'epilessia, la disabilità intellettiva, i deficit sensoriali ed altri). La vasta eterogeneità delle espressioni cliniche della PCI richiede l'intervento multi-disciplinare ed individualizzato sulla base d'età e delle esigenze individuali di ogni bambino{Patel, 2020}{Gulati, 2018}. Solitamente, un paziente dopo la diagnosi e la presa in carico, segue i percorsi terapeutici da più specialisti nel corso di tutta la sua vita. L'obiettivo globale dell'intervento multi-disciplinare è la minimizzazione dell'impatto negativo del disturbo primario e di quelli associati all'indipendenza fisica e la qualità della vita del soggetto{Bottos, 2001}.

L'attività motoria adattata, spesso inclusa nei percorsi fisioterapici o applicata come un'approccio indipendente, è molto studiata nei casi di PCI. Analizzando la letteratura

moderna riguardante gli interventi e le metodologie d'allenamento vari per la funzione motoria, è possibile evidenziare alcuni di essi, che sembrano influire più efficacemente sulla funzionalità motoria e la performance nei compiti funzionali. La conoscenza di queste metodologie ed interventi (considerati efficaci nel miglioramento di funzione motoria) possono essere applicati ed integrati nei percorsi di attività motoria di base{Das, 2019}.

1. PARALISI CEREBRALE INFANTILE SPASTICA

1.1 I FATTORI DI RISCHIO ED IL QUADRO GENERALE

La paralisi cerebrale infantile è un gruppo dei disordini motori molto eterogeneo sia per la sua eziologia che natura. Differenti forme della PCI sono dovuti al coinvolgimento delle diverse strutture neuronali. La sintomatologia dipende dalla localizzazione e/o l'espansione della lesione. L'eziologia del PCI è multifattoriale e non sempre nella storia clinica è possibile identificare un'evento determinante. I fattori di rischio principali sono raggruppati sulla base del periodo di esordio:

1. Pre-concezionali: condizioni patologiche di madre (patologie sistemiche, azione dei fattori chimici/fisici, infezioni o disturbi di sistema immunitario), fertilità alterata o infertilità trattata precedentemente, fattore socio-economico ecc.
2. Prenatali: infezioni intra-uterine, patologie sistemiche di madre durante la gravidanza, ipossia intra-uterina, anomalie di placenta, anomalie nello sviluppo del feto (dovute a infezioni, esposizione alle radiazioni, tossine ecc.)
3. Perinatali: prematurità di diversa eziologia, asfissia, parto assistito o provocato ecc.
4. Post/neo-natali: uso di respirazione artificiale, encefalopatia ipossico-ischemica, ischemie ed emorragie intracraniche, infezioni neonatali, convulsioni neonatali, alterazioni metaboliche gravi del feto (ipoglicemia, iperbilirubinemia ed altri){Sadowska, 2020}.

Considerando che il SNC nel periodo prenatale e durante i primi anni di vita è in fase di sviluppo attivo, le rappresentazioni cliniche di un'evento traumatico non sono stabili e possono modificarsi. Nello stesso tempo, l'esistenza dei periodi critici durante i primi anni di vita è attribuita alla "plasticità neuronale dipendente all'uso" (quando lo sviluppo delle vie/circuiti motori dipende molto dalle esperienze vissute dal bambino). Questo rende indispensabile un'intervento precoce e la prevenzione secondaria. Per esempio,

l'acquisizione di schemi motori di base può essere compromessa dalla lesione principale delle vie motorie, ma anche in maniera significativa dalla mancata esperienza senso-motoria durante lo sviluppo attivo. È noto che gli interventi precoci possono migliorare il proseguimento della storia naturale del disturbo dei bambini con la diagnosi di PCI. Questo può essere dovuto alla natura eterogenea e complessa della sintomatologia, dove il ruolo importante gioca anche il processo di maturazione e della plasticità neuronale {Graham, 2016}.

La Spasticità

È il sintomo più frequente che si riscontra nel 80 % dei casi di PCI. La spasticità vista come “l'attività aumentata del riflesso da stiramento o l'iperriflessia”, è uno dei componenti della Sindrome della lesione del motoneurone superiore {Brandenburg, 2019}. Per l'impossibilità di isolare il fenomeno spastico, il termine della spasticità è riferito alla presenza anche di altri segni della lesione del primo motoneurone. I segni neurologici compresenti sono l'ipertono ed i riflessi aumentati e patologici. Il termine della spasticità, di solito, si riferisce ad uno o più componenti presenti contemporaneamente. Altri segni neurologici caratteristici alla lesione del primo motoneurone (ma distinti dalla spasticità) sono spesso compresenti, a causa dei loro meccanismi interdipendenti o simili. Altri segni positivi della lesione del primo motoneurone sono: il riflesso di stiramento tonico, fenomeno a coltello serramanico, il clono ed altri.

La spasticità non è causata da un singolo fattore, ma sono coinvolti differenti meccanismi e sistemi interdipendenti nella regolazione del tono muscolare. La lesione del motoneurone superiore può causare la sequenza degli eventi su differenti livelli delle vie e dei circuiti motori e risultare in quadro spastico mediante diversi meccanismi. Solitamente, le vie coinvolte sono: cortico-spinali, reticolo-spinali, vestibolo-spinali, talamo-corticali ed altre che sono coinvolte nella regolazione del tono muscolare. La lesione di una singola via o struttura non porta al quadro clinico completo della spasticità, ma solo ad alcuni dei componenti {Bar-On, 2015} {Trompetto, 2014}. Per esempio, la lesione isolata del tratto reticolo-spinale risulta nell'ipertono. Invece, la mancata eccitazione del tratto vestibolo-spinale dalla parte della corteccia può risultare nella eccitazione minore dei motoneuroni e causare la diminuzione del tono estensorio e la postura flessa. La disregolazione del tratto rubro-spinale può influenzare i circuiti del riflesso da stiramento.

La spasticità è un fenomeno multifattoriale dovuto alla sequenza dei meccanismi patologici su livello del sistema nervoso centrale e delle unità motorie periferiche. Gli sbilanciamenti coinvolgono i diversi sistemi della regolazione del tono muscolare come: i sistemi di eccitazione ed inibizione, regolazione riflettoria e addatamenti del sistema nervoso. La spasticità causa anche cambiamenti nelle strutture osteo-tendinee, muscolari e recettoriali. Per esempio, può portare ad un'ipereccitabilità recettoriale provocata dalla denervazione prolungata; oppure alla maturazione motoria alterata dovuta alla riorganizzazione degli output sovraspinali alle unità motorie {Graham, 2016} {Bar-On, 2015}.

La spasticità si differenzia, dalle altre alterazioni del tono muscolare d'origine neuronale e non, con le seguenti caratteristiche:

- Una attività eccessiva di resistenza del muscolo all'allungamento
- È sempre mediata dalle fibre afferenti sensitive che attivano i circuiti spinali {Bose, 2015}
- La resistenza muscolare è dinamica ed è sensibile alla velocità. Nei soggetti sani non è presente la resistenza allo stiramento protettivo fino a velocità estremamente alte di un spostamento attivo. Invece nei soggetti con la spasticità, il tono muscolare aumenta linearmente con l'aumento della velocità di allungamento, partendo anche da velocità relativamente basse. Questo rappresenta la presenza di un riflesso patologico da stiramento {Pavone, 2015}

La spasticità nel PCI può essere rappresentata da differenti segni clinici e da diversa espansione. Si differenziano due forme principali: uni e bilaterale, alla base del coinvolgimento motorio. Le forme bilaterali sono diplegiche e tetraplegiche, invece quelle unilaterali sono le forme emiplegiche. Statisticamente le forme bilaterali colpiscono in maniera più grave gli arti inferiori, invece quelle unilaterali colpiscono più gli arti superiori {Sakzewski, 2009}. Comunque, la spasticità può colpire qualsiasi distretto corporeo portando alle diverse disfunzionalità come il mancato controllo posturale, difficoltà di inghiottire/comunicare e i disturbi della motricità fine/grossolana. Considerando la crescita e la maturazione neuronale nei bambini con la paralisi cerebrale spastica (PCS), gli effetti della spasticità possono influenzare anche lo sviluppo neuro-motorio e la crescita, modificare l'architettura del muscolo e contribuire allo sviluppo di alterazioni muscolo-scheletriche {Bar-On, 2015}.

La compromissione motoria è alla base del quadro clinico della paralisi cerebrale infantile, ma in tanti casi è associata anche ad ulteriori condizioni patologiche. Alcune di queste comorbidità possono avere alla base la lesione primaria di SNC; altre comorbidità possono svilupparsi come secondarie alle condizioni patologiche croniche. In seguito vengono riportate le condizioni più spesso associate alla paralisi cerebrale infantile. La severità dei sintomi motori generalmente è correlata in maniera lineare con la gravità e la compresenza di più comorbidità {Gulati, 2018}.

1.2 COMORBIDITÀ

Epilessia

L'incidenza di epilessia nei bambini ed adulti con la paralisi cerebrale infantile è variabile tra il 15 e 60 %. Essa varia nelle diverse forme di PCI ed anche è correlata con la compresenza della disabilità intellettiva. L'epilessia è più frequente nelle forme tetraplegiche ed emiplegiche, nelle forme diplegiche l'incidenza cala fino al 15-27% {Sadowska, 2020}.

Nella paralisi cerebrale infantile le crisi epilettiche possono essere di diverso tipo ed esordio. Le correlazioni tra le forme di PCI ed i tipi di crisi epilettiche sono studiate poco, a causa della grande eterogeneità nelle manifestazioni possibili di epilessia nella PCI (un soggetto può avere vari tipi di attacchi nel corso della sua vita).

Nelle forme spastiche solo il 30 % delle epilessie diventano inattive in età adulta. La persistenza dell'epilessia con l'età porta ad un rischio aumentato della morte. Il fenomeno "la morte improvvisa inattesa dei soggetti affetti da epilessia" è poco frequente nell'infanzia, pero in età adulta diventa una delle cause più comune dei decessi dovuti all'epilessia {Garg, 2020}.

È noto che alcuni tipi di attacchi epilettici croniche possono portare alla perdita graduale delle funzionalità motorie, che sono già alterati a causa del disturbo principale (PCI). Alcuni studi che indagano l'implicazione dell'epilessia sulla funzione cognitiva hanno dimostrato un possibile impatto negativo delle crisi epilettiche croniche sull'apprendimento e la memoria. Le conseguenze negative e la difficoltà nella gestione degli attacchi (anche per la possibile eterogeneità di essi) possono influenzare negativamente i diversi ambiti della vita del bambino. A causa della necessità di una gestione appropriata degli attacchi, l'epilessia può limitare la partecipazione ad attività scolastiche ed extra-scolastiche, spostamenti del bambino ecc. {Wallace, 2001}

La disabilità intellettiva

La paralisi cerebrale spastica è la forma meno affetta dalla disabilità intellettiva, la percentuale della compresenza è circa 40 %. Anche in questo caso la severità dei sintomi motori è correlata con la presenza e la gravità delle disabilità associate. Nelle forme più gravi della paralisi cerebrale spastica (come le forme tetraplegiche), la disabilità intellettiva si riscontra in circa 80% dei casi.

La disabilità intellettiva viene considerata quando uno o più domini dello sviluppo sono alterati (concettuale, sociale e pratico){American Psychiatric Association, 2013}. La compromissione nello sviluppo di questi domini può essere dovuta non solo alla disabilità intellettiva, ma anche ad altre patologie associate alla PCI. Alcuni ricercatori hanno ritrovato le correlazioni tra il livello della funzione cognitiva e la compresenza di altri disturbi come la disabilità sensoriale, epilessia, disturbi psichiatrici ed altri. I bambini con la disabilità intellettiva più grave hanno la percentuale più alta di condizioni patologiche associate. Questo può indicare la natura cumulativa ed interdependente dei disturbi.

La disabilità intellettiva può essere un fattore limitante nell'acquisizione delle abilità motorie a causa della difficoltà di comprensione, l'apprendimento, le mancate esperienze comunicative ecc. In alcuni casi non è il disturbo motorio ad essere determinante per le limitazioni funzionali, ma la disabilità intellettiva. Ed essa può diventare il vettore principale nella scelta del percorso educativo e terapeutico{Reid, 2018}.

Disturbi del linguaggio

I disturbi del linguaggio si manifestano nei 65-85% dei casi della PCI {Gulati, 2018}. Di solito i disturbi del linguaggio sono presenti nelle forme spastiche tetraplegiche e nelle forme non spastiche o miste. Le lesioni avvenute nel periodo postnatale e nei primi mesi di vita sembrano avere un'impatto maggiore sul linguaggio, rispetto ad altre cause. La maturazione postnatale della corteccia può parzialmente spiegare questa correlazione. In particolare, le aree corticali come i lobi frontali e tempero-parietali, quali sono direttamente coinvolti nello sviluppo cognitivo e del linguaggio, completano il loro sviluppo già dopo la nascita. Nei disturbi del linguaggio sono spesso coinvolte immaturità/lesioni di aree sopracitati o della corteccia in generale.

Sono stati identificati alcuni disturbi del linguaggio quali sono spesso presenti nella PCI. Di solito, un soggetto presenta contemporaneamente i disturbi del linguaggio di diversa natura che si sommano a vicenda.

Uno tra i disturbi è la disartria del linguaggio, che significa la mancata innervazione della muscolatura coinvolta nel linguaggio causata dalla lesione di SNC. Porta alla movimentazione lenta ed imprecisa, alla scoordinazione dei muscoli e può influenzare diversi componenti dell'articolazione del linguaggio (il tempo-ritmico, funzionalità della muscolatura laringea o velolare, la respirazione durante la fonazione){Stevenson, 1976}{ Magomedova, 2019}.

Un'altro disturbo spesso riscontrato è l'aprassia del linguaggio, consiste nel coinvolgimento delle aree cerebrali che partecipano nella programmazione di movimenti volontari. Il quadro clinico di aprassia si rappresenta con la difficoltà nella continuità, precisione o consistenza del discorso ed alterato controllo volontario dei muscoli coinvolti nella fonazione.

Anche altri disturbi del linguaggio possono presentarsi sui differenti livelli sia articolare (aspetto motorio), che fonologico (aspetto cognitivo). L'identificazione della natura del disturbo, a volte può essere complessa, ma è essenziale per scegliere ed adottare le strategie comunicative con i bambini con PCI{Nordberg, 2013}{Mei, 2020}.

Disturbi gastrointestinali e di nutrizione

La maggioranza dei bambini con la PCI presenta problemi gastrointestinali o legati al meccanismo di nutrizione. I problemi d'alimentazione di differente natura possono manifestarsi già dai primi mesi di vita. Per esempio, uno scoordinamento della sequenza suzione-deglutizione-respirazione può essere un predittore importante dello sviluppo alterato del SNC o della disintegrità del sistema senso-motorio. Tra le condizioni gastrointestinali patologiche, la disfunzione del orofaringe è la condizione prevalente nei bambini con PCI. Il disturbo consiste nell'alterazione di una o più fasi della deglutizione meccanica. I possibili segni clinici del disturbo sono: ipersecrezione salivare, alterato tempo di deglutizione, vomito, appetito alterato, in alcuni casi può coinvolgere il sistema respiratorio portando alla tosse e a soffocamenti.

Un'altro disturbo frequentemente riscontrato è la costipazione dovuta a diversi fattori: neuromuscolari (alterata motilità gastrica, scoordinazione dei muscoli lisci), deformità posturali, immobilità prolungata, farmaci{Reilly, 1996}. Tali condizioni, spesso persistenti dai primi mesi di vita, aumentano il rischio di malnutrizione del bambino. Un'apporto calorico e nutritivo insufficiente nella fase di crescita e dello sviluppo attivo può portare alla diminuita funzionalità cognitiva, alterata circolazione sanguigna oltre ad influire sulla

funzione immunitaria e sullo sviluppo strutturale e funzionale del muscolo scheletrico{Trivić, 2019}.

Deficit visivo ed uditivo

I deficit visivi ed uditivi si riscontrano in circa il 30 % dei casi, solo pochi di essi sono dovuti alle anomalie oftalmologiche o auricolari. Di solito, i deficit sono secondari alle lesioni dei circuiti visivi, uditivi o delle aree coinvolte nella percezione o processione degli stimoli sensoriali{Guzzetta, 2001}{Reid, 2011}.

I deficit visivi sono spesso riscontrati nei casi di parto prematuro. Possono presentarsi sui livelli della percezione o dell'elaborazione degli stimoli visivi, ma anche possono essere aggravati dai disturbi oculomotori.

Nei deficit uditivi, di solito, sono coinvolti i meccanismi neuro-sensitivi (legati al deterioramento dei circuiti uditivi, lesioni recettoriali o delle aree uditive) e più raramente, i meccanismi conduttivi (legati alla struttura dell'orecchio). È ampiamente nota l'importanza del sistema sensoriale nello sviluppo ed apprendimento motorio e cognitivo. Le facilitazioni sensoriali per i bambini con tali disturbi sono indispensabili dal momento della diagnosi, in quanto possono influire positivamente sullo sviluppo motorio/cognitivo, sulla comunicazione e il contatto emotivo{Al-Nemr, 2018}.

Dolore cronico

L'incidenza dei bambini ed adolescenti con la PCI che soffrono del dolore cronico è stimata attorno al 75%{Gulati, 2018}. Il dolore cronico più frequentemente ha il carattere crescente nei pazienti con l'impatto motorio più grave. Tra le cause più comuni del dolore cronico nella PCI spastica troviamo: l'ipertono, la dislocazione dell'anca (secondaria alla spasticità), spasmi muscolari, deformità muscolo-scheletriche, problemi gastrointestinali, costipazione, reflusso gastroesofageo.

La natura complessa della paralisi cerebrale, ma anche la compresenza delle comorbidità (come la disabilità intellettiva o sensoriale) potrebbero complicare l'identificazione e la gestione appropriata del dolore cronico. In alcuni casi il dolore può diventare una tra le limitazioni principali per la partecipazione nelle attività, oltre ad un impatto negativo sulla qualità della vita{Ostojic, 2019}.

1.3 - VALUTAZIONE DI FUNZIONE MOTORIA

La limitazione funzionale è una delle caratteristiche principali della PCI. La PCI potrebbe essere non considerata nelle forme dove sono presenti minime limitazioni ed un buon compenso funzionale. Nella PCS la valutazione funzionale rappresenta una misura determinante per l'identificazione dell'impatto motorio e la necessità dell'assistenza e/o di ausili per mobilità. La Sorveglianza di paralisi in Europa raccomanda le tre classificazioni funzionali per i pazienti con la PCS: due per gli arti superiori ed una per gli arti inferiori (o funzione grosso-motoria){Rosenbaum, 2007}. Queste scale di classificazione hanno alla loro base i criteri di alcune categorie della Classificazione Internazionale del Funzionamento, della Disabilità e della Salute (ICF-CY). Quest'ultima è riconosciuta a livello internazionale come un strumento per la descrizione e la valutazione della disabilità di una persona nei differenti ambiti legati alla vita (legale, assicurativo, terapeutico, assistenziale ed altri). I suoi criteri descrivono la funzionalità della persona in relazione ai fattori/contesti sociali, personali o strutturali. La classificazione si effettua mediante l'attribuzione di un codice ad ogni funzione valutata in diversi contesti. La disabilità viene vista come la presenza o meno di un'invalidità, una limitazione o restrizione nell'attività e/o nella partecipazione{World Health Organization, 2007}. Le descrizioni di alcune categorie delle classificazioni funzionali specifiche per la PCI spesso corrispondano ai componenti della ICF{Elvrum, 2016}.

Le classificazioni funzionali standardizzate possono essere applicate non solo ai scopi descrittivi. Da tanti specialisti infatti, esse vengono usate anche come lo strumento valutativo di un percorso individuale e di efficacia degli interventi a lungo termine{Novak, 2020}{Gray, 2010}{Lee, 2015}. Le classificazioni, in quanto non sono sensibili ai cambiamenti a breve termine, indicano il livello funzionale attuale del bambino. Inoltre, possono aiutare a determinare il range dei possibili miglioramenti in relazione al livello funzionale ed all'età. Anche la rigidità nella distribuzione per l'età nei livelli di classificazioni può essere un'indizio per individualizzare gli scopi realistici e gestire le tempistiche e le priorità del percorso da attuare {Novak, 2014}. Per esempio, i soggetti che dopo cinque anni d'età sono classificati nelle ultime categorie di funzione motoria non raggiungono mai i criteri delle categorie più alte (nonostante un'intervento intensivo) e quindi il focus del percorso educativo o motorio può essere spostato verso l'uso più efficace ed indipendente della carrozzina o di altri ausili/facilitatori. Inoltre, nell'età evolutiva è particolarmente importante considerare i periodi d'acquisizione delle abilità motorie,

funzionali e sociali. Così, nell'età prescolare e nell'attesa del periodo scolastico, il percorso può essere intensificato verso il miglioramento delle capacità comunicative o verso l'indipendenza personale{Castelli, 2013}.

Il bambino preso in carico da un team multidisciplinare può essere gestito nel modo sistematico ed efficace solamente con l'uso delle valutazioni periodizzate e standardizzate. La riclassificazione funzionale del paziente in un'altra categoria, più bassa o più alta, dovuta ad un cambiamento funzionale quantitativo o qualitativo, può causare anche un cambiamento a livello assistenziale o terapeutico e quindi influenzare la qualità della vita e la partecipazione del paziente. Il programma di valutazione funzionale deve essere scelto ed individualizzato dentro ogni progetto terapeutico ed educativo basandosi sulle condizioni ed esigenze personali. Dalla parte dei terapisti e del team specialistico incaricato nel percorso, la classificazione e la valutazione funzionale appropriata viene vista come una struttura per lo sviluppo del percorso multidisciplinare{Novak, 2014}. Il confronto continuo con i dati precedenti può aiutare gli specialisti a coordinare e direzionare il percorso verso un miglioramento globale, permette di considerare più fattori e sfere della vita del soggetto ed evitare che il percorso diventi "di mantenimento"{Castelli Enrico, 2013}.

Esiste una grande varietà di misure e di scale per la valutazione della funzione motoria su differenti livelli. Alcuni riguardano direttamente la funzionalità motoria delle strutture corporee o l'esecuzione dei compiti funzionali (per esempio il cammino, la corsa, posizione seduta ecc; le abilità come aggrappare o prendere un'oggetto; le sequenze funzionali sedersi/alzarsi, portare l'oggetto nelle mani camminando ecc). Altre valutazioni riguardano i differenti componenti collegati alla funzione motoria, in maniera più significativa o meno. Per esempio, i componenti che influiscono sulla funzione di spostarsi in autonomia sono: le abilità d'equilibrio, la forza muscolare, la coordinazione neuro-muscolare della sequenza del passo ecc; per la funzione di prensione e rilascio manuale i componenti determinanti sono: la forza della prensione, la coordinazione grosso e fine motoria degli arti superiori ed altri{Apolo-Arenas, 2021}. La funzione motoria è rappresentata sui molteplici livelli, questo significa che il cambiamento su una scala può non implicare un cambiamento sull'altra o viceversa. È necessaria la combinazione individualizzata delle valutazioni e dei test appropriati, per rappresentare il quadro completo della patologia di ogni singolo soggetto {Ketelaar, 2001}. In seguito vengono riportate le classificazioni e le valutazioni funzionali più usate e raccomandate per la PCI.

Gross Motor Function Classification System (GMFCS)

È una classificazione usata per i bambini con la PCI raccomandata dalla Sorveglianza della paralisi in Europa. È un strumento con la validità ed affidabilità molto alta nell'ambito clinico e scientifico. Inoltre c'è una versione adattata per l'uso dalla parte dei genitori o caregiver. La classificazione è divisa per le fasce d'età, ed è basata sulla valutazione delle limitazioni funzionali ed eventuale necessità di dispositivi per la mobilità. La versione aggiornata contiene i livelli funzionali divisi per il range d'età : < 2 anni, 2-4, 4-6, 6-12 anni. La classificazione riguarda le abilità di posizione seduta, del trasferimento di peso e della mobilità con il riferimento alla vita quotidiana ed i contesti sociali. I livelli contengono la descrizione delle abilità o delle limitazione di esse nei contesti di vita del bambino. Perciò, la classificazione riguarda non le capacità o la migliore prestazione possibile, ma quello che il bambino fa effettivamente nella sua vita quotidiana{Gray, 2010}.

Titoli di livelli (uguali per ogni fascia d'età):

- Livello 1: Cammina senza limitazioni (con eccezione della fascia < 2 anni, dove prima di 18 mesi si considera anche l'abilità di stare seduto)
- Livello 2: Cammina con limitazioni
- Livello 3: Cammina con dispositivo manuale per mobilità
- Livello 4: Spostamento autonomo con limitazioni; è possibile il spostamento con l'ausilio a motore per mobilità
- Livello 5: Trasportato con una carrozzina manuale

La distinzione tra i livelli è basata su limitazioni o facilitazioni necessarie quando queste abilità vengono messe in atto nei contesti della vita quotidiana. Per intendere meglio la differenza tra i livelli funzionali, in seguito vengono riportate le descrizioni dei livelli 1 e 2 per la fascia d'età 6-12 anni.

Livello 1: I bambini camminano in casa, a scuola, all'esterno ed in contesti sociali. Sono in grado di salire e scendere da un marciapiede senza assistenza fisica e fare le scale senza l'utilizzo del corrimano. Eseguono abilità grosso-motorie come correre e saltare, pur con velocità, equilibrio e coordinazione sono ridotti. Possono partecipare ad attività fisiche e sportive, in base a scelte personali e fattori ambientali.

Livello 2: I bambini camminano nella maggior parte degli ambienti. Possono avere difficoltà a camminare per tragitti lunghi ed a mantenere l'equilibrio su terreno irregolare, inclinato, in zone affollate, in spazi ristretti o quando hanno oggetti in mano. I bambini salgono le scale

tenendosi al corrimano, o se non c'è, con l'assistenza fisica. All'esterno e nel contesto sociale possono camminare con assistenza fisica o con un dispositivo manuale per la mobilità o usando una carrozzina per percorrere lunghe distanze. Nel migliore dei casi hanno minime capacità di eseguire abilità grosso-motorie come correre e saltare. Le limitazioni nelle abilità grosso-motorie possono rendere necessari adattamenti per favorire la partecipazione ad attività fisiche e sportive {Robert Palisano, 2007}.

Bimanual Fine Motor Function (BFMF)

È una tra le classificazioni principali usate per la funzione degli arti superiori nei bambini di 3-18 anni con PCI. I cinque livelli della classificazione sono basati sulla funzione motoria fine di due arti superiori valutata separatamente. Riguarda le capacità come prendere, tenere o manipolare un'oggetto. Le possibili combinazioni di limitazioni funzionali per gli arti valutati separatamente creano la necessità di suddividere ulteriormente la classificazione (a, b):

- Livello 1: un arto manipola senza restrizioni; l'altro arto manipola senza restrizioni o presente le limitazioni nei compiti motori più fini
- Livello 2: (a) un'arto manipola senza restrizioni; l'altro arto ha abilità di prensione o di tenuta; (b) tutti due arti presentano limitazioni nei compiti motori più fini
- Livello 3: (a) un'arto manipola senza restrizioni, l'altro arto senza le abilità funzionali; (b) un'arto presenta limitazioni nei compiti motori più fini, l'altro arto presenta al massimo solo le abilità di prensione
- Livello 4: (a) tutti due arti presentano solo abilità di prensione; (b) un'arto presenta abilità di prensione, l'altro arto presenta al massimo solo abilità di tenuta
- Livello 5: tutti due arti presentano solo abilità di tenuta {Beckung, 2002}

La BFMF è usata ampiamente in ambito clinico e scientifico, ed è validata in molti paesi come la classificazione standard, insieme al MACS (descritta in seguito). Sono tutte due classificazioni simili ma con approcci differenti per la funzione motoria degli arti superiori. La BFMF valuta la presenza/limitazione delle abilità e la performance funzionale motorio migliore possibile, invece la MACS riguarda l'uso quotidiano di queste abilità, con il concetto simile al GMFCS. L'uso di due classificazioni è complementare per descrivere la funzione motoria degli arti superiori dei bambini {Elvrum, 2016}.

Manual Ability Classification System (MACS)

Questa classificazione nel suo modo di analizzare la funzione motoria è analoga al GMFCS. È adatta per i bambini dai 4 ai 18 anni d'età ed è validata nei diversi paesi per la PCI. Inoltre è raccomandata per migliorare la comunicazione tra i terapeuti e la famiglia {Eliasson, 2006}. La classificazione della funzione motoria avviene su cinque livelli e senza la separazione funzionale di due arti. Valuta la gravità delle limitazioni funzionali nei contesti, dove quest'ultimi si presentano durante la vita quotidiana. I livelli riguardano l'uso di oggetti importanti nella vita quotidiana che il bambino usa nelle differenti situazioni di vita (cura di sé, il tempo libero ecc):

- Livello 1: Manipola gli oggetti facilmente e con successo
- Livello 2 : Manipola la maggior parte degli oggetti ma con una qualità non perfettamente buona e/o una certa lentezza nel concludere il compito
- Livello 3: Manipola gli oggetti con difficoltà; necessita di aiuto per predisporre e/o modificare le attività
- Livello 4: Manipola, in situazioni adattate, un numero limitato di oggetti facili da gestire
- Livello 5: Non manipola oggetti ed ha competenze gravemente limitate nell'esecuzione anche di azioni semplici

Gross Motor Function Measure (GMFM)

È un strumento ampiamente usato e validato per i pazienti con PCI ed è sensibile ai cambiamenti a breve termine dopo gli interventi terapeutici, motori ed altri. La valutazione è svolta mediante osservazione dello svolgimento da parte del bambino di differenti compiti. Il numero dei compiti è 88 o 66 (dipende dalla versione) e sono raggruppati in cinque dimensioni. Ogni risultato ottenuto ad ogni compito ha il suo equivalente percentuale ed influisce sul risultato finale. Il test non ha i limiti d'età, ma solo la notazione che tutti i compiti verranno conclusi con il successo entro i cinque anni d'età, nel caso dello sviluppo motorio normale. Le dimensioni da valutare corrispondono alle posizioni del corpo e le abilità motorie principali. La divisione per le dimensioni permette di usare solo uno o più dimensioni per la valutazione specifica dell'abilità d'interesse. Questo rende GMFM un strumento comodo e veloce per valutazione intermedia/finale degli interventi specifici per una determinata posizione o abilità.

Le cinque dimensioni da valutare:

- Posizione supina e rotolamento
- Posizione seduta

- Andatura in quadripedia
- Stazione eretta
- Camminata, corsa, salto

The Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI)

È un strumento ampiamente usato in diverse disabilità motorie e motorio-cognitive. È una misura che quantifica il livello delle abilità e della indipendenza in differenti contesti della vita e delle attività quotidiane. È una valutazione per i bambini da 6 mesi a 7 anni d'età che riguarda tre contesti (cura di sé, mobilità e la funzione sociale) su tre scale differenti (abilità funzionali, assistenza, modificazioni necessarie). Ogni categoria contiene i compiti presentati in differenti contesti di vita. Il risultato positivo ottenuto in un compito significa che il bambino è capace di eseguire esso nelle situazioni differenti {Berg, 2004}. Il vasto gruppo delle variabili considerate in questa scala, implica i svantaggi come la complessità ed il tempo eccessivo d'applicazione. Dall'altra parte, tanti specialisti usano a loro piacimento, le scale che riguardano le aree d'interesse. Per esempio, si può frequentemente riscontrare l'uso della scala delle abilità funzionali tralasciando quelli legati all'assistenza o modificazioni {Bourke-Taylor, 2003}. La funzione motoria, a confronto con la GMFM, viene rappresentata non dalla presenza o assenza delle limitazioni delle abilità motorie ma come l'implicazione di queste abilità nei contesti sociali e nei compiti di quotidianità.

The Assisting Hand Assessment (AHA)

È un strumento per la valutazione della funzione motoria dell'arto superiore affetto e di come il bambino lo usa effettivamente durante i compiti bimanuali. È usato per due range d'età 1-5 anni e 6-12 anni. Valuta come le persone attualmente usano l'arto affetto insieme all'arto ben funzionante. Il test consiste in due tappe:

Nella prima tappa si effettua la video-registrazione di una sessione di gioco con i giocattoli specifici per il test AHA

Nella seconda tappa si effettua la video-registrazione di venti due compiti bimanuali.

Dopo di che, i risultati vengono valutati su una scala da uno a quattro, dove il massimo dei punti significa l'uso efficace della mano colpita. I compiti riguardano differenti aspetti d'uso contemporaneo degli arti: uso generale, prensione\rilascio, coordinazione, aggiustamenti fini ecc. L'uso di questa valutazione richiede un kit ed un manuale, reperibili solamente dopo una certificazione speciale {Krumlinde-Sundholm, 2007}.

Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function

È un strumento molto usato e validato per la valutazione della funzione degli arti superiori di bambini con la PCI da 5 a 15 anni d'età. La valutazione consiste nella video-registrazione ed osservazione della performance nei compiti funzionali. I compiti funzionali sono sedici e coinvolgono la prensione, l'afferramento, il rilascio e la manipolazione. Gli oggetti richiesti ed il proseguimento corretto si può consultare nel manuale. Il punteggio viene attribuito per i componenti differenti relativi all'uso funzionale dell'arto: ROM (range of motion), fluidità, accuratezza e velocità del movimento ed altri. I vantaggi di questo test sono la sua capacità di rilevare i movimenti problematici ed il minimo coinvolgimento delle abilità diverse da quelle motorie (p.e. percezione, linguaggio ed altri) {Randall, 2001} {Bourke-Taylor, 2003}.

1.4 SCOPO DELLO STUDIO

Lo scopo di questa disamina della letteratura è analizzare le ultime evidenze sull'efficacia degli interventi e delle metodologie d'allenamento direzionati al miglioramento della funzione motoria. Le ricerche nell'ambito della paralisi cerebrale infantile continuamente cambiano il vettore e l'approccio basato sulle evidenze. In qualsiasi ambito relativo alla cura, prevenzione o mantenimento della persona è importante che le decisioni siano basate sulle prove scientifiche attuali. La disamina delle ultime revisioni sistematiche verrà svolta per sviluppare un breve appunto per i genitori o caregiver dei bambini con PCI spastica. Nell'appunto ci saranno dei suggerimenti pratici sulle attività, giochi ed esercizi con efficacia dimostrata. L'appunto e gli esempi pratici verranno basati sui punti chiave delle revisioni o degli studi di riferimento presi in visione.

2. MATERIALI E METODI

2.1 RICERCA DELLA LETTERATURA

La ricerca bibliografica è stata effettuata sugli studi pubblicati in differenti database online: MEDLINE, PUBmed, Web of Science. La ricerca è stata svolta nel settembre 2021. Sono stati presi in considerazione gli articoli pubblicati non più tardi dell'anno 2010, per focalizzare lo studio sulle evidenze moderne. Le parole chiave sono state scelte parzialmente utilizzando la risorsa MeSH ma anche in modo manuale, basandosi sui risultati preliminari della ricerca bibliografica. Le parole chiave sono state scelte per descrivere: (1) la popolazione: "cerebral palsy OR spastic CP OR diplegi* OR quadripleg* OR hemipleg*" (2) l'intervento: "training OR intervention OR exercise OR functional training/therapy" (3)

il risultato: “hand\upper limb function OR gross motor function OR improve function”. La raccolta degli articoli è stata svolta in ogni database separatamente, con l’uso delle stesse parole chiave ed i motori di ricerca presenti sui siti web. Dove è stato possibile, sono stati applicati i parametri di “Meta-analisi” e “Revisioni sistematiche”.

Gli articoli selezionati sono stati elaborati sulla base dei loro abstract o il testo completo, quando era necessario. Inoltre, sono state monitorate le bibliografie di alcuni articoli ritenuti idonei, per ricercare ulteriori informazioni rilevanti.

2.2 CRITERI DI INCLUSIONE ED ESCLUSIONE

Nella ricerca sono state prese in visione solamente le revisioni sistematiche o le revisioni sistematiche con la meta-analisi. Per i criteri d’inclusione sono stati scelti seguenti parametri:

1. Studi sui casi di PCI diagnosticata, incluso tutte le forme (solo se presente la forma spastica) con il range d’età compreso tra 0 e 18 anni
2. Studi che riguardano qualsiasi intervento o metodologia d’allenamento motorio
3. I dati presentati separatamente per differenti tipologie degli interventi
4. Studi che contengono almeno una misura o test per la valutazione della funzione motoria validata per soggetti con PCI

Gli studi che sono stati esclusi:

1. Studi basati solamente sui dati raccolti prima del 2010 (ad eccezione delle ricerche che analizzano i dati raccolti nel periodo prima del 2010 insieme con i dati più recenti)
2. Le ricerche che non riguardano i casi di PCI o soggetti al rischio di PCI; i studi su soggetti adulti o delle forme non spastiche di PCI
3. Studi dove non è presente almeno una misura o test per la valutazione dell’effetto degli interventi sulla funzione motoria
4. Studi sugli interventi che richiedono un supporto tecnico, strumentale ecc. (treadmill, robot-assist, hippotherapy, bicycle ecc.)
5. Studi sugli interventi esclusivamente chirurgici, farmacologici (botulino-terapia), fisioterapici (interventi passivi, CIMT, stimolazione elettrica).
6. Studi che riguardano la combinazioni degli interventi motori con quelli chirurgici, fisioterapici ecc. o dove i dati sugli interventi motori non sono separati dai dati che riguardano altri interventi

3. RISULTATI

3.1 DESCRIZIONE DEGLI STUDI

Il numero totale dei risultati prodotti dopo la ricerca è stato 371 articoli. Dopo la rimozione dei duplicati, il numero si è ridotto a 172 pubblicazioni. Dopo la revisione degli abstract e del testo principale, dove è stato necessario, sono stati identificati undici articoli che hanno soddisfatto i criteri d'inclusione. Due di questi articoli non sono stati reperibili neanche dopo l'uso dei servizi della biblioteca elettronica universitaria. Perciò, nove articoli sono stati scelti per questa disamina. Gli articoli sono stati classificati nelle categorie per la interpretazione più comoda. Le categorie sono definite basandosi sui risultati descritti nelle revisioni: (1) Upper-limb function (ULF) - le ricerche su interventi per la funzione degli arti superiori che hanno come uno dei criteri d'inclusione almeno una misura valutativa diretta (2) Gross-motor function (GMF) - le ricerche su interventi per la funzione grosso-motoria che hanno come uno dei criteri d'inclusione almeno una misura o valutazione diretta per la funzione grosso-motoria (3) ULF + GMF - le ricerche che usano le misure o valutazioni dirette per tutte e due categorie precedenti (4) Intensità - le ricerche sull'intensità degli interventi e l'effetto sulla funzione motoria (dove presente almeno una misura o valutazione diretta per ULF o GMF).

I risultati sono presentati nella Tabella 1 e nella descrizione di seguito. Le categorie prescelte saranno mantenute anche nella descrizione dei risultati. Alcuni studi contengono informazioni riguardanti diversi aspetti della funzione motoria ed i loro risultati possono essere assegnati in più categorie contemporaneamente. Perciò nella descrizione di ogni categoria, le citazioni degli articoli potrebbero non sempre corrispondere alla categorizzazione riportata nella tabella dei risultati (tabella 1).

STUDIO	POPOLAZIONE	INTERVENTO	VALUTAZIONE
---------------	--------------------	-------------------	--------------------

ULF

<i>PLASSCHAERT, V. F. P., 2019</i>	Età: 0-18 anni Forma di PCI: Spastica, bilaterale Class: N.I	Interventi chirurgici, farmacologici e fisioterapici per la funzione degli arti sup.	ICF componenti: 1) “funzionalità e strutture corporee” (mobilità articolare, forza muscolare, tono muscolare), 2) “attività e partecipazione” (uso funzionale degli arti sup., movimentazione fine, cura di sé)
<i>SAKZEWSKI, L., 2014</i>	Età: 0-18 anni Forma PCI: Spastica, unilaterale Class:N.I	Interventi non chirurgici per gli arti superiori	Le misure per capacità e performance uni/bimanuale, raggiungimento di scopi individualizzati, abilità di cura personale
<i>OUYANG, R. G., 2020</i>	Età: 1-18 anni Forma PCI: Spastica Class: N.I	Allenamento intensivo bimanuale (hand-arm bimanual intensive training - HABIT)	1) Assisting Hand Assessment (AHA), 2) Jebsen-Taylor Test of Hand Function (JTTHF), 3) Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI), 4) Canadian Occupational Performance Measure (COPM)

GMF

<i>COLLADO-GARRIDO, L., 2019</i>	Eta: 0-18 anni Forma: N.I Class: N.I	Allenamento di resistenza	1) Gross Motor Function Measure (GMFM), 2) Lateral Step Up (LSU), 3) Time Up and Go (TUG), 4) Mobility Questionnaire (MobQue)
<i>TOOVEY, R., 2017</i>	Eta: 4-18 Forma: N.I Class: 1-3 GMFC	Allenamento task-specific e delle abilità funzionali; interventi con la descrizione di una strategia educativa, allenamenti focalizzati sulle attività funzionali	1) le abilità grosso-motorie (camminare, sedersi ecc): 6 Minute Test, Walkie-Talkie Test, 10-Meter Walk Test, Time Up and Go ecc) 2) la valutazione delle abilità funzionali (sociali o cura di sè): PEDI, life-habits performance 3) la valutazione delle abilità grosso-motorie (GMFM)
ULF+GMF			
<i>DAS, S. P., 2019</i>	Eta: 0-20 (la maggior parte degli studi di riferimento sono basati sull'età fino a 18 anni) Forma: N.I. Class: N.I	Tutti gli interventi fisioterapici (escluso interventi farmacologici)	Miglioramento di funzione motoria, nell'abilità o compiti funzionali; riduzione della spasticità

INTENSITÀ

<p><i>JACKMAN, M., 2020</i></p>	<p>Età: 0-18 anni Forma: N.I Class: N.I</p>	<p>Tutti gli interventi attivi per gli arti superiori</p>	<p>1)AHA, 2) Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST), 3) Melbourne Assessment 2, 4) The Box and Blocks Test, 5) Abilhand-Kids, 6) COPM, 7) The Goal Attainment Scale (GAS), 8) PEDI, 9)Functional Independence Measure for children (WeeFIM)</p>
<p><i>HSU, C. W., 2019</i></p>	<p>Età: 0-18 anni Forma: N.I Class: N.I</p>	<p>Interventi terapeutici per la funzione grosso-motoria (escluso gli interventi con uso della tecnologia specifica, interventi chirurgici, farmacologici e passivi)</p>	<p>GMFM-88, GMFM-66</p>
<p><i>TINDERHOLT MYRHAUG, H., 2014</i></p>	<p>Età: 0-6 anni Forma: N.I Class: N.I</p>	<p>Tutti gli interventi con l'effetto sulla funzione motoria, allenamento delle abilità funzionali</p>	<p>ICF componenti: "attività e la partecipazione" (funzione degli arti superiori e grosso-motoria, abilità funzionali)</p>

Tabella 1. Sommario degli studi

Le categorie relative a: (ULF) - interventi per la funzione degli arti superiori, (GMF) - interventi per la funzione grosso-motoria, (ULF+GMF) - include tutte e due le categorie precedenti, (Intensità) - intensità degli interventi

3.2 FUNZIONE DEGLI ARTI SUPERIORI

Le ricerche direzionate a valutare l'effetto degli interventi motori sulla funzione degli arti superiori sono tre revisioni sistematiche della letteratura {Plasschaert, 2019}{Sakzewski, 2014}{Ouyang, 2020}. Altre tre pubblicazioni non hanno come scopo principale la valutazione dell'effetto degli interventi sulla funzione degli arti superiori, ma comprendono questa analisi come una delle parti della ricerca sulla funzione motoria in generale {Das, 2019} o sull'intensità degli interventi {Tinderholt Myrhaug, 2014}{Jackman, 2020}.

Partecipanti

Il range d'età nella maggior parte degli studi è stato stabilito tra 0 e 18 anni {Plasschaert, 2019}{Sakzewski, 2014}{Jackman, 2020}{Ouyang, 2020}, in uno degli studi il range d'età è stato assegnato tra 0 e 20 anni {Das, 2019} ed in un'altro tra 0 e 6 anni. {Tinderholt Myrhaug, 2014}. Le due revisioni riportano i dati per la paralisi cerebrale spastica di forma bilaterale {Plasschaert, 2019} ed unilaterale {Sakzewski, 2014}, la revisione di Ouyang, 2020 è basata sulla paralisi cerebrale spastica di tutte le forme.

Interventi

Solo uno studio si basa esclusivamente sulla valutazione degli interventi motori, ed è direzionato a valutare l'efficacia della modalità dell'allenamento intensivo - Hand-Arm Bimanual Intensive Trainig (HABIT){Ouyang, 2020}. Altri studi riportano i dati più estesi e riguardano diversi interventi, dove gli interventi motori sono solo una parte della ricerca. I tre studi includono tutti gli interventi fisioterapici attivi e non per ULF (incluso exercise therapy, exercise movement technique, physical therapy modalitiees, streight, fitness training, intensive training, functional skill training ed altri){Tinderholt Myrhaug, 2014}{Sakzewski, 2014}{Das, 2019}. Uno studio riguarda tutti gli interventi per ULF (incluso chirurgici, farmacologici, fisioterapici){Plasschaert, 2019}. L'ultimo studio presentato riguarda tutti gli interventi attivi per gli arti superiori {Jackman, 2020}.

Misure di riferimento

In due studi di Plasschaert, 2019 e di Tinderholt Myrhaug, 2014 sono state utilizzate le misure relative ai componenti della ICF : “funzionalità e strutture corporee” (mobilità articolare funzionale, forza, la movimentazione funzionale), “attività e partecipazione” (uso degli arti, uso fine degli arti superiori, compiti di cura personale). In due studi è stato preso in considerazione qualsiasi strumento o scala valutativa per la funzione motoria degli arti superiori{Sakzewski, 2014} e della funzione motoria in generale{Das, 2019}. Negli altri due studi gli autori riportano più di un strumento di valutazione. Nello studio di Jackman, 2020 ne sono state individuate seguenti scale valutative: 1)AHA, 2) Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST), 3) Melbourne Assessment 2, 4) The box and blocks test, 5) Abilhand-Kids, 6) COPM, 7) The Goal Attainment Scale (GAS), 8) Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI), 9) Functional Independence Measure for children (WeeFIM). Nello studio di Ouyang, 2020 sono state individuate: 1) Assisting HandAssessment (AHA), 2) Jebsen-Taylor Test of Hand Function (JTTHF), 3) Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI), 4) Canadian Occupational Performance Measure (COPM).

Evidenze sugli interventi

Nelle due revisioni sistematiche su un totale di venti tre interventi individuati per la funzione degli arti superiori, solo un intervento motorio il Hand-Arm-Bimanual-Intensive Training (HABIT) ha mostrato effetti sulla funzione motoria degli arti superiori{Plasschaert, 2019}{Sakzewski, 2014}. Nello studio di Sakzewski, 2014 sono stati dimostrati effetti positivi dopo alcuni interventi, o delle modalità d’applicazione degli stessi (home-based trainig, context-trainig, action-observation trainig) però tutti i risultati sono stati basati solamente su un singolo studio per ciascun intervento. L’efficacia dell’allenamento intensivo bimanuale è descritta anche nella revisione di Plasschaert, 2019. Nello studio sono riportati effetti positivi della modalità specifica di HABIT (HABIT-ILE - “included lower extremities”). Inoltre, lo studio di riferimento su cui sono basati questi risultati è l’unico studio nella revisione che presenta effetto positivo per le abilità manuali e ha una forte qualità metodologica e statistica. Questi risultati corrispondono con i dati della revisione di Ouyang, 2020, quale è direzionata a valutare l’effetto delle modalità e dei protocolli differenti della HABIT (incluso HABIT-ILE, HABIT di protocollo standard e con meno ore). L’intervento si è dimostrato efficace per i compiti della cura personale (misurato con PEDI) ed in maniera minore, ma sempre statisticamente significativo, su altre misure relative alla funzione motoria degli arti superiori. In uno degli studi che indaga il legame tra l’intensità degli

interventi ed effetto sulla funzione motoria, gli autori hanno confrontato i risultati degli interventi funzionali e non funzionali. Hanno associato il miglioramento di funzione degli arti superiori con l'allenamento funzionale, non trovando l'associazione tra il risultato positivo e gli interventi/modalità non funzionali{Jackman, 2020}.

3.3 FUNZIONE GROSSO-MOTORIA

Le due ricerche analizzano direttamente l'effetto degli interventi motori sulla funzione grosso-motoria{Collado-Garrido, 2019}{Toovey, 2017}. Altri tre studi riguardando l'effetto sulla funzione motoria in relazione all'intensità degli interventi{Hsu, 2019}{Tinderholt Myrhaug, 2014} o nel contesto della funzione motoria in generale{Das, 2019}.

Partecipanti

In due studi di Collado-Garrido, 2019 e Hsu, 2019 il range d'età indicato è tra 0 e 18 anni. Nella revisione sistematica di Das, 2019 il range d'età è stato selezionato tra 0 e 20 anni. Nello studio di Toovey, 2017 i partecipanti sono dai 4 a 18 anni, con il livello delle GMFC dal primo al terzo. La ricerca di Tinderholt Myrhaug, 2014 è basata sull'età da 0 a 6 anni. Nella maggioranza degli studi ne la forma, ne il livello di classificazione funzionale dei partecipanti sono specificate{Collado-Garrido, 2019}{Hsu, 2019}{Tinderholt Myrhaug, 2014}{Das, 2019}.

Interventi

Lo studio di Collado-Garrido, 2019 revisiona e valuta l'effetto sulla funzione grosso-motoria dell'allenamento di resistenza (l'allenamento di forza, il rinforzo muscolare, l'allenamento di resistenza). Inoltre, in questa revisione è stata svolta una meta-analisi dei dati per la valutazione dell'effetto pre e post intervento. Due degli studi sono le revisioni sistematiche che analizzano gli interventi dove viene descritta la metodologia o strategia applicata per l'apprendimento motorio e riguardando in particolare: l'allenamento direzionato a un scopo motorio o funzionale, interventi con l'uso delle differenti strategie educative motorie, allenamento intensivo e non intensivo, allenamento task / goal-orineted, terapie fisioterapiche di neurosviluppo{Toovey, 2017}{Hsu, 2019}. Altri due studi riguardano tutti gli interventi attivi fisioterapici (incluso CIMT, allenamento di resistenza, allenamento cardio-respiratorio, gait-training, goal-directed interventions {Das, 2019}; home-training, goal-directed functional training, interventi intensivi fisioterapici ed altri{Tinderholt Myrhaug, 2014}).

Misure di riferimento

In due degli studi gli autori non precisano i test o valutazioni specifiche{Das, 2019}{Tinderholt Myrhaug, 2014}. Nello studio di Das, 2019 gli autori prendono in considerazione qualsiasi misura per la funzione grosso-motoria. Invece Tinderholt Myrhaug, 2014 usa le valutazioni per la funzione grosso-motoria relative al componente di ICF “attività e partecipazione”, con le misure per funzione grosso-motoria, degli arti superiori ed abilità funzionali. Nello studio di Toovey, 2014 le scale valutative sono divise in tre categorie: 1) le abilità grosso-motorie come sedersi e camminare (6 Minute Test, Walkie-Talkie Test, 10-Meter Walk Test, Time Up and Go ed altri), 2) la valutazione delle abilità funzionali (PEDI, life-habits performance), 3) le valutazioni delle abilità grosso-motorie (GMFM){Toovey, 2014}. Altre due revisioni valutano effetto sulla funzione grosso-motoria basandosi su seguenti scale: GMFM-88 o 66{Hsu, 2019}, 1) GMFM, 2) Mobility Questionnaire, 3) Time Up to Go, 4)Lateral Step Up{Collado-Garrido,2019}.

Evidenze sugli interventi

L'unica revisione che analizza gli interventi esclusivamente motori è la revisione di Collado-Garrido, 2019. La revisione sistematica con la meta-analisi è basata su quindici studi che riguardano differenti protocolli d'allenamento di resistenza: “allenamento progressivo”, “scheda degli esercizi di resistenza”, “allenamento funzionale”. Gli autori riportano l'effetto positivo dell'allenamento di resistenza sulla funzione grosso-motoria misurata con GMFM ed altre scale. Meta-analisi basata su otto studi riporta l'effetto positivo dell'allenamento di resistenza sulla GMFM osservato nei gruppi pre e post intervento. Un'ulteriore analisi tra i differenti protocolli d'allenamento ha mostrato l'efficacia maggiore di “allenamento funzionale” per la funzione grosso-motoria nel confronto con altri protocolli{Collado-Garrido, 2019}. Nella revisione di Das, 2019 le evidenze più significative sono attribuite all'allenamento funzionale ed all'allenamento di forza. A paragone con la revisione precedente, l'effetto limitato dell'allenamento di forza applicato singolarmente è stato riportato per la funzione grosso-motoria. Invece, l'allenamento funzionale e l'allenamento orientato ad un scopo funzionale sono descritti come gli interventi efficaci negli studi di Das, 2019 e di Toovey, 2017. In queste ultime revisioni gli autori riportano le evidenze da moderate a forti per l'effetto positivo dell'allenamento funzionale, task-specifico o orientato ad un scopo funzionale per i compiti grosso-motori.

Gli interventi motori come l'allenamento cardio-respiratorio e gait-training hanno mostrato l'effetto sulle misure relative al cammino ed alla partecipazione, ma non sulle misure dirette per la funzione grosso-motoria. La revisione di Toovey, 2017 riguarda gli interventi per la funzione grosso-motoria, in particolare l'allenamento dei compiti funzionali prestabiliti, esercizio fisico e gli interventi con la descrizione della strategia applicata per l'apprendimento motorio (la più utilizzata è la ripetizione del compito). Gli autori riportano l'effetto positivo dell'allenamento delle abilità funzionali e dell'allenamento task-specifico sulle abilità funzionali, nei compiti di cura personale e la partecipazione. Quest'ultimi risultati sono basati sugli studi con poca qualità statistica ed ad alto rischio di errori. È stato anche riportato il risultato positivo statisticamente significativo dopo l'applicazione della modalità HABIT-ILE sull'abilità del cammino. Nello studio di Hsu, 2019, che analizza gli interventi come l'allenamento task specifico o task-orientato e gli interventi specifici fisioterapici, riportano l'effetto da negativo a neutro sulla funzione grosso-motoria misurata con GMFM nella comparazione tra i gruppi pre e post intervento e con il gruppo di standard care.

3.4 - INTENSITÀ

Sono presentati tre studi che valutano eventuale effetto d'intensità degli interventi sulla funzione motoria{Jackman, 2020}{Hsu, 2019}{Tinderholt Myrhaug, 2014}, all'interno di uno di essi è svolta anche una meta-analisi per analizzare l'effetto di intensità degli interventi sulle misure relative alla funzione motoria{Hsu, 2019}. Anche nella revisione sistematica di Collado-Garrido, 2019 è stata svolta una meta-analisi per la valutazione dell'effetto della durata ed intensità degli allenamenti di resistenza sulle misure relative alla funzione motoria.

Partecipanti

Nei due studi e nella meta-analisi sono stati inclusi i partecipanti con l'età compresa tra 0 e 18 anni{Jackman, 2020, Hsu, 2019, Collado-Garrido, 2019}. In uno studio gli autori si soffermano sull'età dei partecipanti da 0 a 6 anni{Tinderholt Myrhaug, 2014}. Tutte le forme di PCI sono state incluse negli quarto studi riportati. E solamente una revisione specifica i livelli della classificazione funzionale dei partecipanti (GMFC 1 - 3 livello){Hsu, 2019}.

Interventi

Un studio revisiona tutti i tipi degli interventi motori attivi, analizzando l'intensità nei termini della durata, la frequenza settimanale e le ore giornaliere dell'intervento (incluso la

pratica in casa){Tinderholt Myrhaug, 2014}. Lo studio di Jackman, 2020 che riguarda tutti gli interventi che comprendono movimento attivo con la pratica completa o parziale di un compito funzionale, si sofferma solamente sull'analisi delle ore totali dell'intervento applicato. Gli studi analizzati nella revisione di Hsu, 2019 riguardavano tutti gli interventi terapeutici (escludendo gli interventi che richiedono un supporto tecnico specifico, terapie farmacologiche, chirurgiche, ippoterapia o interventi passivi). Invece per l'intensità si intende la durata complessiva, frequenza settimanale e la durata di una singola sessione. Anche nella meta analisi di Collado-Garrido, 2019 dove sono stati considerati gli studi che riguardano l'allenamento di resistenza, l'intensità è intesa dentro le stesse variabili.

Misure di riferimento

Nello studio di Tinderholt Myrhaug, 2014 sono state utilizzate le misure relativi ai componente di ICF "attività e partecipazione": funzione motoria degli arti superiori, funzione grosso-motoria, le abilità funzionali. Nello studio di Jackman, 2020 gli autori utilizzano una delle seguente nove scale : 1)AHA, 2) Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST) , 3) Melbourne Assessment 2, 4) The box and blocks test, 5) Abilhand-Kids, 6) COPM, 7) The Goal Attainment Scale (GAS), 8) Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI), 9) Functional Independence Measure for children (WeeFIM) (le misure più frequente sono AHA e COMP). Nella revisione di Hsu, 2019 e nella meta-analisi di Collado-Garrido, 2019 gli autori utilizzano la misura GMFM-66 o 88.

Evidenze sugli interventi

Nella meta-analisi e revisione di Hsu, 2019 è stata dimostrata la correlazione tra la durata e la quantità delle ore giornaliere con un risultato positivo per la funzione motoria (GMFM), sia dopo gli interventi terapeutici, che del standard care. Dopo un'ulteriore approfondimento della analisi, la correlazione tra il risultato positivo sulla funzione motoria è stata stabilita tra la durata complessiva degli interventi terapeutici e la quantità delle ore giornaliere del standard care{Hsu, 2019}. Nella revisione di Tinderholt Myrhaug, 2014 i risultati da inconsistenti a positivi sono descritti per gli interventi intensivi sulla funzione motoria (applicati più di tre volte a sett.). I risultati positivi sono riportati per gli interventi motori intensivi task-orientati svolti con il terapeuta. Gli interventi intensivi per GMF, a confronto con gli interventi per ULF presentano risultati molto limitati. La maggioranza degli interventi per GMF hanno durata più lunga (più di 12 sett), con meno ore giornaliere e senza la pratica in casa.

La meta-analisi di Collado- Garrido, 2019 analizza l'effetto dell'intensità dell'allenamento di resistenza sulla misura GMFM. Correlazione positiva è stata dimostrata tra l'effetto più significativo degli allenamenti di resistenza con le sessioni che non superano i 30 minuti al giorno e la frequenza settimanale di due-tre volte. Invece la durata minima dell'intervento per avere i risultati valutabili è stata stabilita intorno a sei settimane, gli interventi più lunghi (da 6 a 12 settimane) non hanno mostrato maggiore effetto sul risultato finale {Collado-Garrido, 2019}.

Gli autori delle due revisioni {Jackman, 2020}{Tinderholt Myrhaug, 2014} riportano i risultati omogenei riguardanti l'intensità degli interventi per la funzione motoria degli arti superiori. Nelle due revisioni la maggior frequenza settimanale dell'intervento con il terapeuta e maggior numero delle ore totali dell'intervento (con il terapeuta e la pratica in casa) sono stati correlate con risultati positivi sulla funzione motoria. Inoltre i risultati significativamente più alti sono stati descritti dopo gli interventi intensivi a confronto con gli interventi con meno ore di pratica. Nella revisione di Jackman, 2020 sono stati mostrati i risultati sulla funzione degli arti superiori e delle abilità funzionali dopo la soglia di 30-40 ore complessive dell'intervento, dove il 30% del tempo è attribuito alla pratica in casa ed altro 70% all'intervento face-to-face con il terapeuta.

4. DISCUSSIONE

Questa disamina della letteratura è stata svolta con lo scopo di analizzare differenti modalità e interventi motori che sono in grado di migliorare la funzione motoria dei soggetti con PCI spastica. A causa della scarsità degli studi che riguardano i protocolli standardizzati degli interventi motori sono stati presi in considerazione anche gli studi che riguardano le modalità, strategie e approcci applicati per l'apprendimento motorio, anche senza i protocolli prestabiliti. La descrizione degli studi in seguito è guidata dallo scopo di evidenziare gli interventi più usati con l'efficacia dimostrata nel migliorare la funzione motoria. I risultati verranno descritti in relazione a varie forme di PCI spastica, l'età e il livello della classificazione funzionale dei partecipanti. Inoltre verrà proposta un'applicazione pratica dei risultati descritti. L'appunto pratico verrà destinato ai genitori o caregiver e sarà contenuto in una proposta pratica di attività motoria funzionale da svolgere a casa, basata sui protocolli e/o punti chiave degli studi più promettenti delle revisioni sistematiche.

4.1 FUNZIONE DEGLI ARTI SUPERIORI

Interventi

Le revisioni sugli interventi per la funzione motoria degli arti superiori, riportano le prove d'efficacia più forte per un'intervento motorio chiamato Bimanual Intensive Training (BIT){Plasschaert, 2019}{Sakzewski, 2014}{Ouyang, 2020} ed una metodologia fisioterapica la CIMT (Constraint-Induced Movement Therapy){Sakzewski, 2014}{Das, 2019}. Gli autori di alcune revisioni citate riportano la CIMT come l'unica modalità efficace ed approvata per la funzione motoria degli arti superiori nella paralisi cerebrale unilaterale{Das, 2019}{Tinderholt Myrhaug, 2014}. Invece nelle revisioni pubblicate recentemente l'intervento Bimanual Intensive Training e le sue modalità specifiche come HABIT o HABIT-ILE sono stati commisurati con la CIMT. Gli autori hanno riportato risultati simili dopo gli interventi della BIT e la CIMT ed in alcuni studi anche maggiori per la BIT{Sakzewski, 2014}{Ouyang, 2020}. Questi interventi vengono spesso descritti insieme e/o paragonati, perché hanno alla loro base principi simili. Tutti e due gli interventi sono direzionati ad involvere l'uso funzionale di uno o due arti affetti. L'uso della CIMT inizialmente è stato proposto per i soggetti che hanno subito una lesione cerebrale ed hanno come conseguenza, la sindrome spastica con l'interessamento motorio unilaterale. La CIMT è un intervento motorio intensivo che consiste nello svolgimento dei compiti e il raggiungimento degli scopi funzionali (con difficoltà crescente), dove l'arto affetto viene usato forzatamente mediante l'immobilizzazione dell'arto non affetto. Questo intervento fisioterapico è stato elaborato nell'interesse del coinvolgimento bilaterale degli arti. Così è stata sviluppata la modalità di Bimanual Intensive Training. La BIT impone l'uso di tutti e due gli arti (siano affetti tutti due o solo uno) mediante la proposta delle attività che richiedano l'uso di tutti e due gli arti contemporaneamente (quindi è anche meno invasivo rispetto la CIMT). Uno tra i protocolli strutturati di BIT è il HABIT (Hand-Arm-Bimanual-Intensive Training) che contiene la descrizione dei principi per l'applicazione dei compiti bimanuali e la minima intensità dell'intervento (60 ore distribuiti in dieci gg. o di 90 ore distribuiti in tre settimane). Negli studi differenti il protocollo viene descritto con diversi componenti aggiuntivi o con l'intensità differente da quella standard. Per esempio, la modalità specifica di HABIT-ILE (che è stata sviluppata per coinvolgimento degli arti inferiori) nelle revisioni di Sakzewski, 2014 e Plasschaert, 2019 è descritta con i risultati positivi per la coordinazione bimanuale, il controllo fine-motorio nei compiti della cura

personale e della funzione grosso-motoria. L'efficacia della BIT e della CIMT descritta negli studi revisionati riportano i risultati simili a quelli riportati nella revisione sistematica di letteratura di Novak, 2014. Inoltre, le evidenze riportate sulle differenze non significative tra l'effetto della CIMT e la BIT per i soggetti con la PCS unilaterale coincidono con i risultati riportati nella revisione di Tervahauta del 2017. Esiste una minore quantità degli studi sulla BIT per i soggetti con la PCI bilaterale rispetto a quella unilaterale. In ogni caso è stato noto l'effetto positivo di HABIT-ILE sulla funzione motoria degli arti superiori anche nella paralisi cerebrale di forma bilaterale {Plasschaert, 2019}{Ouyang, 2020}.

In diversi studi sugli interventi per la funzione motoria è stata descritta l'efficacia dell'intervento combinato della BIT e la CIMT {Sakzewski, 2014}. Nelle revisioni di Novak, 2020 e Tervahauta, 2017 se anche l'eterogeneità degli studi analizzati è alta in tutte due revisioni, gli autori evidenziano l'effetto positivo degli interventi applicati in combinazione e suggeriscono che questa strategia di combinare interventi motorio e fisioterapico potrebbe essere efficace. Non solo la combinazione di CIMT e BIT per la funzione degli arti superiori è stata descritta negli studi revisionati. Altre combinazioni di interventi motori / non motori con effetti positivi sulla funzione motoria sono state descritte nelle revisioni: CIMT / stimolazione magnetica transcraniale; attività motoria / stimolazione elettrica, la terapia botulinica / BIT o terapia occupazionale ed altre. Non è possibile identificare una combinazione degli interventi più efficace, anche perché i risultati presentati non sono univoci negli studi di Sakzewski e Plasschaert, ma anche nelle revisioni simili come di Ryan, 2017 e Novak, 2020. Tuttavia tutti gli autori riportano che la combinazione degli interventi motori funzionali con altri interventi terapeutici, potrebbe avere un'impatto positivo sul miglioramento della funzione motoria.

Altri approcci efficaci descritti nelle revisioni sulla funzione motoria degli arti superiori sono: goal-oriented training, context-training ed action-observation training. I risultati simili sono descritti anche nella revisione di Novak, 2020 dove a questi interventi motori sono state attribuite "luci verdi" (la categoria "da fare" nelle raccomandazioni della revisione). Gli autori basano le loro raccomandazioni su una grande quantità di studi ed evidenziano la possibile efficacia di questi interventi. Quasi tutti questi interventi (escluso action-observation training) hanno alla base un'allenamento motorio attivo con una predeterminata intensità, ed incorporato nella pratica diretta delle abilità funzionali. La preferenza verso gli

interventi funzionali ed orientati ad un scopo motorio, invece che interventi motori generali, ritrova supporto anche nella revisione di Novak, 2020 .

Partecipanti

Negli studi revisionati sulla funzione motoria degli arti superiori, gli autori non specificano le forme differenti di paralisi cerebrale spastica. Gli studi sulla CIMT riguardano solamente la paralisi cerebrale unilaterale. Invece la BIT se anche inizialmente viene descritta come una modalità d'intervento per la paralisi cerebrale unilaterale, con il tempo viene applicata per tutte le forme di PCS. In differenti studi troviamo la conferma dei risultati positivi della BIT e di altri interventi della pratica diretta del compito motorio per la PCI sia unilaterale che bilaterale (coinvolgimento quadriplegico){Sakzewski, 2014}{Plasschaert, 2019}.

I risultati delle revisioni che riportano il cambiamento nella funzionalità degli arti superiori potrebbero essere analizzati anche dal punto di vista dell'età e della classificazione funzionale dei partecipanti. Nel presente studio non è stato messo come obiettivo l'analizzare gli interventi precoci per la paralisi cerebrale infantile. Però, in alcuni studi revisionati, gli interventi precoci sono stati descritti come gli interventi che possono avere un effetto positivo importante in termini della funzionalità degli arti superiori{Das, 2019}. Questi dati sono supportati dalle revisioni di Reid, 2015 e Novak, 2020, dove gli interventi precoci sono stati descritti di particolare importanza per l'acquisizione delle abilità degli arti superiori (fino a 12 mesi nella revisione di Novak, 2020 e fino a 2 anni nella revisione di Reid, 2015). Secondo gli autori, i dati sono limitati per questo range d'età a causa della ridotta quantità di studi presenti sugli interventi precoci, ma anche per la pratica internazionale negli anni precedenti per la diagnosi tardiva. Questo potrebbe essere uno dei motivi perché gli interventi precoci non sono raccomandati come "luci verdi" per la PCI, in quanto sono applicati nel periodo di loro possibile efficacia massimale basandosi sulle conoscenze dei principi della plasticità neuronale e dei periodi critici dello sviluppo motorio{Byrne, 2017}{Novak, 2020}. Differenti autori hanno identificato durante lo sviluppo post-natale l'esistenza di periodi critici per lo sviluppo di alcune aree e circuiti corticali neuronali, quando i cambiamenti plastici non solo del loro massimale effetto quantitativo, ma anche strettamente dipendenti dalle esperienze esterne{Patton, 2019}. Negli studi sulla corteccia visiva e sensitiva primaria è stato mostrato che la plasticità neuronale raggiunge il picco nell'età minore, ma comunque ha luogo anche nei periodi più estesi, sino all'età adulta{Levelt, 2012}{Hübener, 2014}.

I miglioramenti significativi dopo gli interventi della CIMT (misturate con AHA), presentati nella revisione di Tinderholt Myrhaug, 2014, potrebbero essere discussi anche dal punto di vista del target ristretto scelto dai ricercatori (fino 6 anni). Lo studio di Nordstrand, 2016 stabilisce il periodo quando il bambino raggiunge il 90% delle sue abilità motorie massimali degli arti superiori tra 18 mesi e 8 anni d'età correlato con i livelli funzionali differenti. Anche nella revisione di Jackman, 2020, se anche gli autori riportano gli studi precedentemente inconsistenti riguardanti l'influenza dell'età {Chen, 2014 {Charles, 2006}}, tuttavia riportano il miglioramento più significativo per i bambini fino a 8 anni d'età, se è misurato con AHA (la misura direzionata più a valutare lo sviluppo motorio degli arti). Gli scopi individuali o funzionali prestabiliti sembrano essere raggiunti con più successo nei bambini dopo 8 anni d'età (misurati con COMP e PEDI). Questi risultati sono supportati anche dalla revisione di Sakzewski del 2011, dove gli autori si focalizzano la ricerca sulla risposta agli interventi motori dipendente dall'età.

Anche le misure scelte per la valutazione potrebbero influire sull'interpretazione dei risultati finali. Secondo Tinderholt Myrhaug, 2014, le misure come AHA sono direzionati a valutare abilità motorie funzionali dal punto di vista di sviluppo motorio e quindi sono più sensibili nell'età precoce. Invece le scale come PEDI o COMP valutano il raggiungimento degli scopi funzionali prestabiliti o scelti dal bambino stesso. Gli autori sostengono che il risultato più favorevole nell'età adolescente/adulta (per misure PEDI e COMP), potrebbe essere parzialmente attribuito ai meccanismi d'apprendimento motorio che dipendono dall'età. L'apprendimento con un maggior contributo di motivazione intrinseca avviene principalmente dopo le 6-8 anni e quindi sono più applicabili gli interventi basati sugli scopi funzionali o individuali per questa fascia d'età. Gli autori riportano una opinione basata sull'importanza della motivazione nel meccanismo della plasticità neuronale indotta dall'esperienza. Anche negli studi di Novak, 2020 e Miller, 2015, gli autori sostengono che la motivazione personale e l'attenzione hanno il ruolo determinante nei meccanismi d'apprendimento motorio e di plasticità.

A confronto con gli studi per la funzione grosso-motoria, nelle revisioni citate per la funzione degli arti superiori non è stato quasi mai specificato il livello funzionale dei partecipanti. Secondo Nordstrand, 2016 la mancata distinzione per il livello funzionale potrebbe influenzare la valutazione finale sull'efficacia degli interventi dei partecipanti con livello funzionale iniziale differente. Il livello funzionale nell'età precoce potrebbe essere un

indicatore per il potenziale sviluppo motorio e quindi, l'identificazione di esso potrebbe aiutare nell'analisi e nella programmazione di un percorso realistico per i partecipanti. Nello studio che riguarda i bambini con la PCI unilaterale (i risultati di correlazioni simili verranno riportati anche per la funzione grosso-motoria), le curve dello sviluppo motorio nei primi 2-4 anni di vita sono individuali per ogni livello della classificazione (stabilito con MACS) o per livello funzionale (misurato con AHA) di ogni bambino. Inoltre, secondo gli autori, queste curve potrebbero predire il potenziale sviluppo motorio ed l'età, quando il quasi-massimo delle abilità motorie degli arti superiori verrà raggiunto (così detto "age-90": l'età quando il bambino raggiunge 90% del suo potenziale sviluppo motorio delle abilità manuali). Gli autori mostrano che i bambini con il livello funzionale più alto alla misurazione del tempo zero (18 mesi per misura AHA, ed 4 anni per la MACS) raggiungono il loro 90 % del massimo delle abilità motorie prima dei bambini con i risultati iniziali peggiori. Le curve dello sviluppo sono state studiate nella fascia d'età da 18 mesi fino ai 12 anni d'età, dove è stato individuato il range d'età tra le 3-4 anni quando il 90 % del massimo potenziale motorio viene raggiunto per i bambini individuati con i livelli funzionali più alti (misurato con AHA). Invece per i bambini con iniziale funzionalità peggiore, il raggiungimento del livello quasi-massimale è stabilito più tardi (attorno ai 8 anni d'età). Nella analisi basata sulla classificazione MACS, i bambini del livello uno-due raggiungono le abilità motorie del 90 % intorno ai 3 anni, invece i bambini con il livello tre e superiore presentavano l'età del raggiungimento del quasi-massimo delle abilità intorno a 4,4 anni d'età. L'identificazione del livello funzionale nell'età evolutiva potrebbe aiutare a determinare e stabilire i confini per l'età nella programmazione di un percorso motorio. Inoltre, il livello della classificazione funzionale degli arti superiori potrebbe predeterminare il corso dello sviluppo motorio l'età d'acquisizione di alcune abilità motorie, lasciando sempre spazio al miglioramento funzionale e alla possibilità di acquisire le abilità utili e necessarie per la vita adulta {Nordstrand, 2016}.

Nello studio sulla funzionalità degli arti superiori sui partecipanti fino a 21 anni d'età, non è stato mostrato un declino funzionale con il raggiungimento dell'età adulta in nessuna delle curve per i differenti livelli funzionali di MACS {Nordstrand, 2016}. Gli autori sostengono che le abilità motorie acquisite nell'età evolutiva sono stabili a lungo termine e permanenti nell'adolescenza e nell'età dei giovani adulti. Studi basati su tanti partecipanti e quindi che riportano dati validi sullo sviluppo a lungo termine sono limitati a causa delle valutazioni

non standardizzate ed i protocolli differenti della riabilitazione/gestione dei pazienti. L'eterogeneità dei percorsi riabilitativi, terapeutici e di sostegno è condizionata da molteplici fattori come i protocolli nei differenti paesi, status socio-economico, differenti approcci utilizzati con il passare degli anni ecc. Per esso, la valutazione dello sviluppo motorio ed anche le tempistiche dovrebbero essere elaborate in maniera individuale. Le classificazioni e le curve dello sviluppo non possono essere usati come un'indicatore sicuro delle abilità raggiunte o potenzialmente raggiungibili. Ma sempre potrebbero presentare un'aiuto nella comunicazione tra i specialisti ed i genitori e anche per valutare e stabilire gli scopi realistici a medio-lungo termine {Castelli, 2013}.

4.2 FUNZIONE GROSSO-MOTORIA

Interventi

Gli studi riguardanti gli interventi per la funzione grosso-motoria in tutte le revisioni sistematiche citate sono di qualità statistica più bassa, a confronto con quelli per la funzione degli arti superiori. La maggiore parte degli interventi presentati in questa disamina sono gli interventi basati sull'allenamento o pratica di differenti compiti e abilità motorie. Nella revisione di Toovey, 2017 che analizza gli studi riguardanti gli interventi "task-specifici", le modalità basate sulla pratica diretta del compito motorio specifico si sono mostrate più efficaci paragonati agli altri interventi per la funzione grosso-motoria. Anche nello studio di Novak, 2020 dove gli autori hanno usato principi simili per analizzare la letteratura esistente sugli interventi per la funzione motoria, le evidenze sull'efficacia è stata attribuita agli allenamenti direzionati ad un scopo motorio specifico. Gli autori mostrano che gli interventi motori con la pratica diretta/parziale di un compito funzionale integrati nei contesti della vita quotidiana e consegnati ad una intensità predeterminata sono gli elementi comuni degli interventi che hanno portato ad un risultato positivo.

I risultati non così promettenti, come per la funzione degli arti superiori, potrebbero essere dovuti al possibile meccanismo differente dell'apprendimento e il coinvolgimento motorio più complesso per i compiti grosso-motori {Tinderholt Myrhaug, 2014}. L'intervento citato precedentemente per gli arti superiori il HABILIT, nella sua versione con coinvolgimento delle estremità inferiori (HABILIT-ILE) ha mostrato efficace per la funzione motoria nelle diverse revisioni {Toovey, 2017} {Ouyang,2020}. In questi studi moderni l'intervento è stato descritto efficace per la performance del cammino, la funzione grosso-motoria, abilità

coordinative e compiti di cura personale. La revisione di Toovey, 2017 riporta l'effetto statisticamente largo solamente per il HABIT-ILE ed evidenzia l'effetto positivo sulle abilità di cura personale e sulle abilità del cammino. Questi risultati positivi potrebbero essere interpretati dal punto di vista del coinvolgimento motorio più ampio. L'effetto maggiore sulle misure funzionali potrebbe essere spiegato in quanto, durante i compiti funzionali grosso-motori e di cura personale sono coinvolti più gruppi muscolari e più abilità motorie (come la coordinazione, l'equilibrio, la propriopercezione, la coordinazione bilaterale ecc). Gli autori sostengono che gli interventi con la movimentazione di tutto il corpo potrebbe influire positivamente sulle abilità grosso-motorie e funzionali. Risultati simili vengono riportati dagli autori nella revisione di Graham, 2016, dove gli interventi come giochi interattivi/virtuali o l'uso della realtà virtuale sono descritti come strumenti efficaci, proprio per l'ampio coinvolgimento motorio che richiedono ed in più, una forte componente motivazionale che garantiscono (l'importanza del quale è stata descritta precedentemente). Nella revisione di Das, 2014 riportata in questa disamina, i diversi studi sugli interventi motori che hanno un valore statistico e basati su una notevole quantità di partecipanti, non mostrano risultati significativi degli interventi motori sulle misure dirette della funzione grosso-motoria. I risultati degli interventi motori come: l'allenamento cardio-respiratorio, l'allenamento di forza applicato singolarmente o l'allenamento di cammino sono mostrati inefficaci per la funzione grosso-motoria, dimostrando gli effetti positivi sulle misure di partecipazione, livello di fitness, forza muscolare e la velocità del cammino. Tutte queste misure potrebbero influire sulla funzione grosso-motoria in modo indiretto e minimizzare le limitazioni secondarie per la funzione motoria {Graham, 2016}.

L'allenamento di forza per i soggetti con PCI è stato discusso in numerosi studi; diversi autori riportano i risultati contraddittorie. Negli studi più datati l'allenamento di forza è stato correlato con effetti negativi sulla funzione grosso-motoria, degli arti superiori e sulla spasticità {Das, 2014} {Scianni 2009}. Invece le revisioni più recenti mostrano che l'allenamento di forza potrebbe essere applicato senza nessun effetto negativo sulla spasticità e la funzione motoria, con il probabile effetto positivo indiretto sull'ultima {Collado-Garrido, 2019} {Novak, 2020}.

Il risultato contraddittorio sull'allenamento di forza, da quello presentato nella revisione di Das, 2014 è stato nello studio sull'allenamento di resistenza. Gli autori hanno svolto la meta-analisi degli effetti dell'allenamento di forza sulla GMFM, ed hanno mostrato l'effetto

positivo sulla misura della funzione grosso-motoria. Inoltre riportano che l'effetto positivo maggiore sulla misura funzionale è stato osservato dopo gli allenamenti di forza applicati insieme agli esercizi funzionali. Questi risultati vanno in accordo con gli studi precedentemente citati che riguardano la funzione degli arti superiori, ma anche ritrovano un punto in comune con la revisione di Das, 2014 sulla funzione grosso-motoria. Gli autori sostengono che gli interventi specifici funzionali sarebbero gli interventi più efficaci per il miglioramento di funzionalità motoria.

Secondo gli autori della revisione di Graham, 2016 l'allenamento di forza nei casi dei PCI potrebbe non avere l'effetto desiderato a causa dei fattori patologici secondari come i sbilanciamenti muscolari ed osseo-scheletrici dovuti alla spasticità ed ipertono protratto nel tempo. Non è possibile fare una visione univoca sull'allenamento di forza per una risposta imprevedibile individuale dipendente non solo dai fattori biomeccanici, ma anche dalle attivazioni inappropriate sul livello neuronale e/o neuromuscolare (p.e. dovuti a lesione primaria). Gli autori della revisione di Collado-Garrido, 2019 riportano che a causa di una probabile differente risposta neuronale all'allenamento di resistenza dei soggetti con la PCI, l'intensità di esso dovrebbe essere ridotta in confronto con le linee guida generali utilizzati per i bambini (non esistono linee guida internazionali specifiche per l'allenamento di forza per bambini ed adolescenti con PCI) {Piercy, 2018}. Secondo gli autori, i fattori neuronali si adattano all'allenamento di forza differentemente o in maniera ridotta nei soggetti con PCI spastica, rispetto ai soggetti con lo sviluppo nei margini di norma {Collado-Garrido, 2019}. Anche la visione della spasticità nella sua relazione con la funzione motoria è stata elaborata con il tempo. Precedentemente la spasticità nei casi di PCI è stata vista come la limitazione primaria per la funzione motoria. Con lo sviluppo delle ricerche in ambiti differenti come neuro-fisiologici, biomeccanici e sui principi dell'apprendimento motorio, è stato dimostrato che in maggior parte dei casi la limitazione funzionale principale non è la spasticità, ma altri fattori secondari o la loro coesistenza. Questi limitazioni secondari potrebbero essere i fattori biomeccanici, alterati schemi d'apprendimento o d'adattamento motorio, la mancata coordinazione, i pattern motori maladattivi, livello di fitness ridotto e tanti altri. Secondo le revisioni Graham, 2016 e Sadowska, 2020 gli interventi efficaci per la riduzione della spasticità sono gli interventi farmacologici e chirurgici (differenti terapie infiltrative, rizotomia dorsale ed altri). Invece gli interventi motori attivi vengono inclusi nel percorso multidisciplinare con lo scopo di migliorare la funzionalità motoria (CIMT, BIT, terapia

occupazionale, task- specifico), minimizzare le limitazioni secondari (la forza muscolare, fitness ridotto, la mancanza di coordinazione o d'equilibrio) e favorire la partecipazione, attività e la qualità della vita.

La funzione grosso-motorio sembra dipendere nel modo più significativo dai fattori secondari legati alla lesione primaria o alle comorbidità. La causa dei risultati inconsistenti riportati negli studi è stata parzialmente spiegata dagli autori come l'influenza maggiore dei fattori secondari sulla funzione grosso-motoria. Questi fattori sono muscolari, biomeccanici e neuronali descritti prima {Graham, 2016}, ma anche la plasticità neuronale maladattativa e sbilanciamento nell'attivazione delle aree senso-motorie ed altre durante l'esecuzione dei compiti motori {Reid, 2015}.

Le complessità descritte implicano la necessità d'applicazione delle strategie educative e terapeutiche multidisciplinari mirati su una grande quantità delle limitazioni secondari, quali di solito hanno un'effetto cumulativo per la funzione grosso-motoria. Per esso, gli interventi descritti dovrebbero essere elaborati ed applicati in ottica della globalità della funzione grosso-motoria. A volte solamente la combinazione degli interventi motori, fisioterapici, farmacologici ecc. sono in grado di risultare positivamente sulla funzione grosso-motoria. Un'esempio della combinazione degli interventi è stato riportato nella revisione sistematica riguardante strategie terapeutiche raccomandate per PCI. I risultati significativi sulla funzione grosso-motoria sono stati descritti per l'intervento motorio funzionale del cammino in combinazione con la stimolazione transcraniale diretta (t DCS) sulla corteccia primaria motoria controlaterale al lato dominante. Gli autori affermano che tale intervento potrebbe essere applicato per ripristinare l'equilibrio nell'attivazione del sistema senso-motorio tra i lati (quale è spesso alterata nei bambini con PCI) ed avere un risultato positivo per l'acquisizione della abilità motorie {Reid, 2015}.

Nelle revisioni di Richards, 2013 e Novak, 2020 gli autori riportano l'efficacia nel miglioramento di funzionalità ed alcuni componenti ad essa correlati, di combinazioni degli interventi motori con altri interventi fisioterapici e/o farmacologici (per esempio con la elettro-stimolazione, botulino-terapia, ipoterapia, stimolazione transcraniale ed altri).

L'intervento mirato al miglioramento della funzione grosso-motoria dovrebbe tener conto di molteplici fattori secondari, oltre alla complessità dei meccanismi coinvolti nelle limitazioni funzionali. La programmazione a lungo termine di un percorso specifico per la funzione grosso-motoria dovrebbe essere multidisciplinare e con diversi scopi terapeutici analizzati

nell'ottica della funzionalità e del benessere del bambino o del giovane adulto. Nella programmazione di attività motoria adattata non si può limitarsi solo agli interventi funzionali, tralasciando l'attività motoria di base (il training cardio-respiratorio, allenamento di forza e d'equilibrio, l'apprendimento degli schemi motori di base). Oltre a favorire lo sviluppo motorio e il benessere personale del bambino, l'attività motoria di base potrebbe avere effetti sui fattori predeterminanti per la funzione grosso-motoria ed essere essenziale per minimizzare le limitazioni secondarie esistenti{Novak, 2020}{Reid, 2015}{Graham, 2016}.

La scarsità e l'eterogeneità dei risultati sugli interventi efficaci per la funzione grosso-motoria è dovuta alla complessità di valutazione completa. Alcuni autori si soffermano sulle valutazioni meno complesse e più specifiche. Sono stati individuati solamente due studi che utilizzano le misure dirette per la funzione grosso-motoria e possono essere interpretati come un risultato diretto. Invece gli studi che utilizzano le scale incomplete della funzione grosso-motoria (per esempio le abilità di camminare/posizione seduta, valutati con alcuni segmenti delle scale valutative GMFM, Peabody o PEDI), ma anche le misure per la performance del cammino, i compiti funzionali o le sequenze motorie (6-min Walk-test, Stand And Go, Up And Go, Sit To Stand ed altri) non sono stati presi in considerazione in questa disamina con lo scopo di non generalizzare eccessivamente la ricerca. Comunque tutti questi studi sul cammino, l'equilibrio del tronco, l'abilità di sedersi, le sequenze motorie ed altri, potrebbero essere sempre revisionati in un ottica di funzione grosso-motoria per una visione più dettagliata e completa sugli interventi efficaci.

Partecipanti

I risultati di qualità statistica bassa, per la funzione grosso-motoria, sono parzialmente attribuiti alla mancata distinzione tra i partecipanti presi in considerazione negli studi di riferimento. Nello studio, basato sui partecipanti d'età compresa tra 0 e 6 anni, l'effetto degli interventi motori sulla funzione grosso-motoria è stato limitato e controverso ai risultati significativi presentati per la funzione degli arti superiori nella stessa fascia d'età{Tinderholt Myrhaug, 2014}. Solamente nello studio di Toovey, 2017 l'autore sofferma la sua ricerca sui bambini ed adolescenti da 4 a 18 anni d'età, specificando anche la classificazione funzionale (1-3 livello GMFC). Come suggerisce l'autore della revisione, i risultati così significativi degli interventi motori per la funzione grosso-motoria potrebbero essere correlati con un livello funzionale iniziale alto dei partecipanti. Nella revisione

sull'allenamento di resistenza, invece, gli autori riportano i risultati più significativi nello studio che include i partecipanti con i livelli funzionali fino al quinto della GMFC. Questa differenza nei risultati potrebbe suggerire le eventuali modifiche necessarie negli approcci d'applicare per diversi livelli della classificazione funzionale. I bambini con livello funzionale più alto (1-3 livello di GMFC) potrebbero rispondere meglio agli allenamenti funzionali e task-specifici; per i bambini con il livello funzionale peggiore (3-5 livello di GMFC) sarebbe opportuno includere nel percorso gli interventi mirati su minimizzazione delle limitazioni motorie secondarie, in quanto possono accumularsi e con il tempo influire nel modo più significativo sulla funzione grosso-motoria. Esempi simili riportano anche gli studi di Richards, 2013 e Rosenbaum, 2002, gli autori suggeriscono di preferire allenamenti funzionali per i soggetti del primo-secondo livello di GMFC, invece per bambini con i livelli quarto-cinque preferire gli interventi con utilizzo dei dispositivi deambulatori/facilitatori e gli interventi motori per la mobilità e la prevenzione del declino motorio e funzionale.

L'influenza dei fattori come l'età, forma di PCI, livello di classificazione funzionale sui risultati degli interventi motori, non è descritta in modo abbastanza dettagliato per giungere ad un conclusione univoca. Gli autori negli studi sulla funzione grosso-motoria riportano tra le limitazioni più significative dei loro studi, la mancata specificazione della forma e del livello funzionale dei partecipanti. Le forme differenti della PCI spastica, così come i livelli di classificazione funzionale, richiederebbero diversi approcci e strategie per interventi motori e la combinazione di essi.

Le curve dello sviluppo grosso-motorio in relazione a differenti livelli funzionali sono state alla base di tante ricerche {Rosenbaum, 2002} {Smits, 2013}. A confronto con i risultati degli arti superiori, i bambini con il livello funzionale più alto nella classificazione (la funzionalità peggiore) raggiungono il 90% delle loro abilità motorie prima dei bambini con il livello funzionale uno e due. Il raggiungimento del 90 % delle abilità, in questo caso, non indica lo sviluppo più veloce, ma potrebbe essere interpretato come il raggiungimento più rapido del loro quasi-massimo risultato sulle misure della funzione grosso-motoria {Smits, 2013}. I risultati differenti da quelli presentati per la funzione degli arti superiori riportano anche gli studi che analizzano il periodo dopo lo sviluppo motorio attivo (attorno a 3-7 anni d'età). I ricercatori affermano che i bambini con livello funzionale GMFC minore (con la funzionalità migliore) non presentano il declino funzionale e motorio con l'età. Invece i soggetti con livelli più alti della classificazione funzionale (con funzionalità minore) presentano un

declino della funzione grosso-motoria dopo il periodo dello sviluppo attivo (dopo 7-9 anni d'età). Questo potrebbe essere spiegato per la maggior influenza dei fattori secondari compresenti, ma anche per la crescita e conseguente maggiore diminuzione dell'attività motoria spontanea nei bambini con i livelli funzionali inizialmente maggiori (terzo-quinto di GMFC){Rosenbaum, 2002}{Richards, 2013}. Nello studio di Smits, 2013 gli autori riportano risultati controversi non mostrando il declino funzionale dei soggetti con PCI neanche su livelli della classificazione funzionale più alti. I risultati eterogenei negli studi potrebbero essere condizionati dai differenti programmi riabilitativi, individuali e territoriali che potrebbero variare il risultato a lungo termine. Per esempio, nello studio di Smits, 2013 gli autori soffermano la ricerca solamente su bambini danesi non considerano le differenze nei protocolli internazionali. Com'è già stato noto prima, le curve dello sviluppo motorio non possono essere considerate come una prognosi dello sviluppo motorio. Anche l'appiattimento o declino delle curve individuali non dovrebbero essere interpretati come l'inefficacia o l'effetto negativo delle terapie/approcci che si stanno applicando attualmente. L'uso di tali curve è efficace per le valutazioni e programmazioni realistiche ed appropriate per l'età e la classificazione funzionale. Inoltre il loro uso può facilitare la comunicazione tra specialisti dell'esercizio ed altri terapeuti con i genitori, in caso in cui i principi d'applicazione siano compresi e condivisi da tutti{Rosenbaum, 2002}.

4.3 INTENSITÀ

Interventi per la funzione degli arti superiori

Negli studi l'intensità degli interventi motori è stata posta come la questione principale e per questo è stata messa in un capitolo distinto. Le evidenze più forti riportate in tutti gli studi sugli interventi per la funzionalità degli arti superiori sono state attribuite agli allenamenti attivi motori ad alta intensità. Gli autori di tutti gli studi sulla funzione motoria degli arti superiori, riportano un'effetto positivo degli interventi intensivi attivi motori sia per la PCI spastica di forma unilaterale che bilaterale.{Tinderholt Myrhaug, 2014}, {Jackman, 2020}, {Sakzewski, 2014}, {Ouyang, 2020} {Plasschaert, 2019}. L'omogeneità quasi totale dei risultati potrebbe essere una tra le prove statisticamente più rilevanti fornite nella presente disamina.

Negli studi presentati nell'attuale disamina gli interventi motori attivi "task-specifici" intensivi (con più ore giornaliere dell'intervento), sembrerebbero avere più effetto per la

funzione degli arti superiori, a confronto con quelli meno intensivi. In alcuni studi questa correlazione è stata descritta solamente per l'intervento fisioterapico CIMT {Tinderholt Myrhaug, 2014} {Das, 2019}. Invece in studi più recenti, anche gli interventi motori intensivi per gli arti superiori (come HABILIT nelle sue varietà e l'allenamento task-specifico) sono stati ugualmente correlati nella sua intensità e l'effetto positivo sulla funzione degli arti superiori. Nello studio di Sakzewski 2014, citato in questa disamina, basato sugli interventi attivi motori (CIMT e BIT) gli autori danno maggiore importanza all'intensità degli interventi funzionali, invece che alla tipologia degli interventi. Anche nello studio sul HABILIT gli autori riportano il risultato maggiore dopo l'applicazione del protocollo di 90 ore complessive, a confronto con quello di 60 ore {Ouyang, 2020}.

In differenti studi sugli interventi intensivi i ricercatori descrivono il significato dell'intensità degli interventi con una grande varietà. Per esempio, in uno degli studi citati gli autori considerano qualunque intervento motorio intensivo che dura più di un'ora al giorno, con la frequenza da due-tre volte fino ad sette volte a settimana, con o senza l'allenamento a casa {Jackman, 2020}. Invece nell'altro relativo all'intensità, sono stati analizzati gli interventi applicati da due a sette volte a settimana, con o senza allenamento a casa, non specificando la quantità delle ore giornaliere {Tinderholt Myrhaug, 2014}.

Gli studi che riguardano il HABILIT descrivono il protocollo classico di 90 ore distribuite in tre settimane, oppure la sua versione precedente di 60 ore distribuite per dieci gg (in media 6 ore al giorno). Gli specifici studi relativi al HABILIT riguardano molteplici versioni d'applicazione del intervento con differenti intensità applicate: con il numero delle ore ridotte (30, 40, 60 ore complessive), con il maggior numero di ore complessive (96 ore), versioni con meno ore giornaliere (da 40 min a 3 ore distribuite nel periodo più lungo), applicazione intervallata (45 ore + 45 ore applicati con sei mesi di pausa), HABILIT-ILE (con la quantità delle ore complessive uguale al protocollo classico, ma considerando il coinvolgimento degli arti inferiori, l'intensità dei compiti per gli arti superiori cala) {Ouyang, 2020} {Sakzewski, 2014} {Plasschaert, 2019}. Nella revisione sistematica di Sakzewski "The state of evidence", 2014 gli autori svolgono una revisione sistematica della letteratura per analizzare gli interventi motori efficaci per la funzione degli arti superiori. I risultati riportati nella revisione sono simili a quelli presentati nella presente disamina e riguardano: la quantità media delle ore giornaliere degli interventi motori (minimo di 3 ore al giorno), delle volte settimanali (maggiore a tre) ed il numero medio delle ore complessive (tra 40 e

120). Inoltre, l'importanza del "home training" è stata sottolineata in più studi, secondo gli autori si potrebbe significativamente aumentare le ore giornaliere di pratica e favorire il trasferimento delle abilità praticate nel contesto della vita quotidiana {Jackman, 2020} {Tinderholt Myrhaug, 2014}.

I risultati riportati potrebbero essere rivisti dal punto di vista dei principi conosciuti della plasticità neuronale indotta dall'esperienza. I cambiamenti neuroplastici necessari per un risultato funzionale o per l'apprendimento/adattamento di qualunque schema motorio sono possibili con la pratica diretta ad intensità determinata e con alta quantità di ripetizioni. È importante che i compiti siano inseriti nel contesto d'applicazione funzionale delle abilità praticate. Il trasferimento contestuale delle abilità funzionali è possibile solamente se la pratica/allenamento sono specifici per le situazioni ed il contesto, dove verranno messe in atto nella vita reale. I studi supportano il carattere competitivo del meccanismo neuroplastico che rinforza ed adatta in maniera più funzionale le vie neuronali e le connessioni nelle aree quali vengono attivate frequentemente. Invece i pattern motori, quali non vengono praticati per un tempo prolungato tengono ad indebolire le connessioni nelle aree specifiche {Kleim, 2008}. Basandosi sugli studi preliminari, gli autori delle revisioni citate ed altre revisioni sulle terapie differenti per i soggetti con la PCI, riportano l'importanza della pratica informata sui meccanismi della plasticità neuronale e dei principi d'apprendimento motorio {Ouyang, 2020} {Tinderholt Myrhaug, 2014} {Clutterbuck, 2019} {Reid, 2015}.

Gli autori dello studio sull'intensità non si soffermano solamente ad indagare l'effetto della essa, ma anche riportano i fattori importanti per il percorso funzionale motorio. Questi fattori sono i seguenti: il coinvolgimento dei genitori o caregiver (approccio centrato sulla famiglia), la motivazione e l'attenzione, la considerazione dei contesti della vita quotidiana, i scopi realistici e la difficoltà progressiva delle attività {Jackman, 2020}.

Molteplici studi con effetti positivi degli interventi motori intensivi hanno posto la necessità di una ricerca d'intensità più appropriata per le esigenze e le possibilità del bambino e dell'intensità minima necessaria per un risultato clinicamente significativo {Jackman, 2020} {Tinderholt Myrhaug, 2014}. La ricerca della quantità minima delle ore complessive e la durata minima degli interventi nello studio di Jackman, 2020 è stata descritta in correlazione al tipo d'intervento applicato. Gli autori riportano la minima quantità delle ore necessarie per allenamenti funzionali intorno alle 57 ore (misurati con AHA) e meno ore necessarie (intorno a 25 ore) nel caso se ci sia un'obiettivo o scopo motorio specifico

(misurato con COMP). I risultati variano alla base degli interventi applicati, gli obiettivi prestabiliti e le misure utilizzate per la valutazione. Gli autori stimano la quantità delle ore complessive necessarie della pratica per un miglioramento significativo della funzionalità degli arti superiori (intorno a 40 ore). Questo orientamento temporale potrebbe essere applicato sull'campo come un stima temporale per la valutazione degli interventi e loro efficacia per la funzione degli arti superiori {Jackman, 2020}. Questi studi ritrovano il punto in comune con lo studio sull'intensità ed efficacia minima della BIT. Gli autori hanno riportato l'effetto positivo significativo della BIT dopo quaranta cinque ore complessive dell'intervento. Gli autori di questo studio riportano risultati contraddittori alle revisioni citate precedentemente, in quanto gli autori mostrano il risultato positivo dopo l'intervento intensivo bimanuale di 45 ore ed di 90 ore complessive senza alcuna differenza nota nei risultati. Riferendo che l'intensità (se è intesa come la quantità delle ore complessive e giornalieri) non ha il contributo così significativo, come è descritto negli studi precedenti {Brandão, 2018}. Perciò, l'intensità più adatta per gli interventi attivi motori rimane spazio per futura discussione ed ulteriori ricerche.

Partecipanti

I risultati positivi degli interventi motori intensivi per la funzione degli arti superiori sono presenti sia negli studi che includono partecipanti da 0 a 6 anni, che negli studi svolti sul range più ampio tra 0 a 18 anni. La maggioranza degli studi presentati nelle revisioni sono gli studi sulla paralisi cerebrale unilaterale. La paralisi cerebrale bilaterale è stata meno citata, ma negli studi dove i dati per tutte le due forme sono stati analizzati insieme, la differenza nell'effetto dell'intensità non è stata riportata da nessun autore {Jackman, 2020} {Tinderholt Myrhaug, 2014}. La mancanza dei dati riguardo il livello funzionale della classificazione, potrebbe influire significativamente sull'interpretazione dei risultati. E soprattutto sull'interpretazione degli studi sulla HABIT, in quanto i protocolli vengono modificati in maniera individuale per i partecipanti con i livelli funzionali più alti (con funzionamento minore) a causa dell'impossibilità d'applicazione del protocollo classico per la difficoltà eccessiva dei compiti {Plasschaert, 2019}. La grande parte delle revisioni sistematiche che non specificano il livello funzionale dei partecipanti, contengono tanti studi basati solamente sui livelli delle classificazioni più bassi (il funzionamento migliore). Questa limitazione nelle ricerche potrebbe influire e distorcere la visione obiettiva delle strategie

più adeguate per ogni livello funzionale ed in particolare per quelli più alti (con il funzionamento peggiore).

Interventi per la funzione grosso-motoria

Gli studi che riguardano l'intensità degli interventi per la funzione grosso-motoria sono di qualità statistica minore e con risultati meno omogenei comparati con quelli per gli arti superiori. Nello studio basato sugli interventi motori (comprese le diverse metodologie e le strategie d'apprendimento motorio) non sono stati trovati risultati significativi per gli interventi motori per la GMF, indipendentemente dall'intensità applicata. Invece nella meta-analisi direzionata a valutare l'efficacia degli interventi specifici motori per la funzione grosso-motoria e compararli con lo standard care, gli interventi specifici non mostravano sostanziale differenza nei risultati funzionali. Neanche la quantità delle ore giornaliere applicate degli interventi motori non aveva nessun'influenza positiva sul risultato finale. Invece lo standard care con una quantità maggiore delle ore giornaliere applicate è stato correlato con l'effetto più significativo. L'approfondimento dell'analisi svolta ha evidenziato la correlazione del risultato migliore con la maggior quantità delle ore giornaliere dello standard care, e la maggiore durata complessiva dell'intervento specifico motorio. L'aumento delle ore complessive dell'intervento sia motorio che di standard care risultavano sempre nei valori maggiori (misurato con GMFM) {Hsu, 2019}. Questi risultati sono parzialmente in accordo con i dati riportati negli studi di Alotaibi 2014, Inamdar 2021, Booth 2018 dove gli autori riportano i risultati superiori misurati con GMFM, ed con altre misure relative alla funzione grosso-motoria (la performance del cammino e l'abilità di sedersi) dopo l'applicazione dei programmi intensivi e specifici per i compiti funzionali.

L'effetto positivo dell'intensità degli interventi funzionali o direzionati ad un'obiettivo motorio potrebbe essere correlato con i risultati descritti anche per gli arti superiori. Nello studio di Rahlin, 2020 gli interventi applicati più di tre volte a settimana mostravano l'effetto più significativo sulla funzione grosso-motoria. Gli autori descrivono gli aspetti della plasticità neuronale indotta dall'esperienza e i possibili meccanismi simili nello sviluppo e nell'apprendimento delle abilità degli arti superiori e quelli grosso-motorie. Come è stato noto nello studio di Tinderholt Myrhaug, 2014 gli interventi motori per la funzione grosso-motoria solitamente sono meno intensi, durano più a lungo e non includono la pratica in casa. Secondo gli autori della revisione, l'effetto meno notevole degli interventi potrebbe

essere parzialmente attribuito alle intensità generalmente più basse al confronto degli interventi per gli arti superiori (e con meno “home-training”).

Non è possibile tralasciare la differenza negli schemi d'apprendimento e d'adattamento per le abilità grosso-motorie e l'influenza maggiore dei fattori secondari descritta precedentemente. Inoltre, gli interventi per la funzione grosso-motoria che includono la pratica diretta dei compiti o abilità, sono solitamente più lunghi ed impegnano meno ore giornaliere a causa d'impossibilità d'applicazione delle intensità alte (come è possibile per gli arti superiori) e del meccanismo più complesso nell'apprendimento dei compiti grosso-motori e come conseguenza, la necessità di un periodo più lungo per l'adattamento o l'apprendimento motorio .

In meta-analisi sull'allenamento di resistenza, gli autori raccomandano 30 min d'attività motoria moderata-vigorosa al giorno per due-tre volte alla settimana come intensità massima dell'allenamento di forza. Questa intensità ridotta (a confronto con le raccomandazioni generali) sembrerebbe essere più adatta per i soggetti con PCI. Gli autori si soffermano anche sulla durata dell'intervento. È stata stimata intorno a sei settimane la durata media degli interventi di resistenza, dopo la quale si verifica un risultato significativo {Collado-Garrido, 2019}. Basandosi su questi dati, lo studio di Tinderrholt Myrhaug, 2014 (dove è stato incluso qualsiasi intervento motorio attivo, anche gli allenamenti funzionali di resistenza) potrebbe presentare risultati inconsistenti sulla funzione grosso-motoria non solo per l'intensità degli interventi più basse, ma anche per la durata spesso eccessivamente lunga degli interventi (da 5 a 12 sett. e più). Secondo Collado-Gorrido, 2019 gli interventi eccessivamente lunghi potrebbero non risultare efficaci, nel caso in cui nella valutazione intermedia (attorno a sei sett.) non ci sia stato verificato alcun risultato positivo. La valutazione intermedia con risultati negativi o neutri potrebbe indicare sulla metodologia, l'intervento o l'intensità non appropriate per quel singolo soggetto. Nella programmazione del percorso motorio funzionale che include un'intervento motorio specifico e gli obiettivi realistici, la valutazione iniziale ed intermedia dovrebbe essere usata come un'indicatore per valutare se proseguire con l'intervento o modificarlo.

I dati sull'intensità degli interventi efficaci per la funzione grosso-motoria sono tuttavia limitati e non interpretabili per un suggerimento pratico concreto. Nella programmazione con fini funzionali non solo l'intensità e la durata degli interventi, ma anche la stima delle

tempistiche per la valutazione dovrebbero essere elaborati in maniera individuale per ogni singolo soggetto.

Partecipanti

A confronto con gli studi sulla funzionalità degli arti superiori, quelli sulla funzione grosso-motoria sono basati principalmente su tutte le forme della PCI. La mancata distinzione tra le forme, l'età ed il livello di classificazione funzionale in maggioranza degli studi, potrebbe influire sulla interpretazione corretta dei risultati. Lo studio sull'intensità degli interventi motori per la funzione grosso-motorio, basato sui partecipanti da 0 a 6 anni, non riporta alcun risultato significativo {Tinderholt Myrhaug, 2014}. Questi dati sono contraddittori con i studi riportati precedentemente che riguardano i periodi critici dello sviluppo motorio ed i risultati maggiori nell'apprendimento degli schemi motori ed abilità funzionali entro 0-5 anni d'età. Probabilmente, i dati potrebbero essere limitati per l'effetto meno significativo degli interventi motori sulle abilità più complesse (come quelli della funzione grosso-motoria), ma anche a causa della scarsità degli studi approfonditi e specifici per le forme differenti di PCI che riguardano gli interventi specifici e con protocolli standardizzati.

Anche se nella maggior parte degli studi sull'intensità sono stati considerati partecipanti con tutti i livelli funzionali, la grande parte degli studi presenta i dati per i soggetti con la classificazione funzionale minore di GMFC e quindi con il funzionamento migliore (in particolare studi sui parametri del cammino e di HABIT-ILE) {Booth, 2018} {Rahlin, 2020}. Gli interventi e l'intensità adatta per i bambini con i differenti livelli funzionali dovrebbe essere studiata in modo separato. È necessario un'ampliamento degli studi per i livelli delle classificazioni più alti e la ricerca degli approcci alternativi per prevenire influenza maggiore dei fattori secondari ed il declino delle abilità grosso-motorie e funzionali con l'età.

4.4 APPUNTO PRATICO

Per chi?

È destinato ai genitori e caregiver e contiene attività da proporre e/o svolgere insieme al bambino o adolescente con PCI spastica. La proposta pratica è un riassunto delle evidenze sugli interventi ed approcci moderni, quali sono stati dimostrati efficaci per migliorare o mantenere la funzione motoria. L'appunto è composto dalle attività, le metodologie d'applicazione ed alcuni esempi pratici degli esercizi/giochi basati sui punti chiavi degli studi più promettenti sulla PCI spastica. Le attività non sono divisi per l'età dei destinatari,

ma proposte per i diversi livelli delle classificazioni funzionali degli arti superiori o funzione grosso-motoria (tab. 2, 3, 4)

CONSIDERAZIONI GENERALI

Allenamento a casa

Non è sempre possibile garantire un'intervento specialistico funzionale face-to-face con le intensità desiderate. L'allenamento delle abilità funzionali a casa potrebbe essere un'alternativa efficace e comoda in quanto permette:

- Aumentare significativamente il tempo della pratica
- Favorire il trasferimento più efficace delle abilità funzionali acquisite in contesti della vita quotidiana
- Rinforzare le abilità praticate alle sedute specialistiche ed influire sulla partecipazione e la motivazione del bambino nella attività (se gli obiettivi delle sedute specialistiche e degli allenamenti a casa sono condivisi tra genitori e specialisti d'esercizio/allenatori sportivi/fisioterapisti ecc.)

In accordo con i principi d'apprendimento motorio e della plasticità neuronale

Qualsiasi acquisizione o cambiamento delle abilità motorie funzionali sono attribuite ai meccanismi dell'apprendimento motorio e della plasticità neuronale. I principi basilici ed i fattori predeterminanti conosciuti della plasticità neuronale e dell'apprendimento motorio, sono applicabili nella programmazione di un percorso motorio funzionale.

- Attività specifica ad un compito/obiettivo e contesto

Qualsiasi compito/abilità funzionale scelta come obiettivo, dovrebbe essere praticata direttamente e nei contesti simili alla vita reale. In quanto non sempre è possibile la pratica diretta, essa potrebbe essere sostituita con la pratica parziale e di alcuni componenti di quel compito. Per esempio: la abilità funzionale come mangiare in autonomia potrebbe essere suddivisa sulla base delle capacità motorie coinvolte (coordinazione mano-bocca, coordinazione/manipolazione fine delle mani/posate ed altri) oppure alla base delle fasi del movimento complesso (la presa della posata nella mano, manipolazione di posata nel piatto, movimento della mano tavola-bocca ecc.). Importante è che ci sia un collegamento logico e graduale tra i compiti/attività proposte e l'obiettivo prestabilito e condiviso.

- Ripetizioni ed intensità

La quantità delle ripetizioni e l'intensità d'allenamento, sono i fattori essenziali per l'acquisizione e l'adattamento appropriato di un'abilità motoria nuova. Al contrario, le abilità che non vengono praticate per un periodo prolungato tengono a peggiorare l'uso automatico. Seguendo tale principio si raccomanda di prevenire ripetizioni numerose dei pattern motori maladattivi ed errori ripetitivi nell'esecuzione di un compito motorio e di favorire le ripetizioni corrette delle abilità già acquisite. In caso in cui il bambino non riesca ad eseguire un compito motorio correttamente è consigliabile non favorire la pratica sbagliata, ma correggerlo e se necessario, modificare/facilitare il compito per aiutare al bambino ad eseguirlo correttamente.

- Attenzione e motivazione

Per migliorare o acquisire una abilità funzionale è molto importante la motivazione personale ed attenzione del bambino durante la pratica. È importante favorire l'esplorazione ed il problem-solving motorio mediante differenti giochi appropriati per

l'età e le attività d'interesse personale del bambino. Per mantenere uno stato d'attenzione alto durante la pratica è consigliabile cambiare e modificare i compiti/contesti/difficoltà, in modo che il bambino rimanga coinvolto ed interessato durante tutta l'attività motoria.

Attività centrata sulla famiglia

L'approccio centrato sulla famiglia applicato nella pratica dell'attività motoria è un elemento importante sia per il benessere del bambino e la famiglia, ma anche per un coinvolgimento più consapevole dei genitori/caregiver nella disabilità del bambino. È importante che il genitore non solo sia informato sulle terapie ed approcci applicati nelle sedute specialistiche, ma anche che la scelta degli obiettivi e la programmazione delle attività venga eseguita nel modo collaborativo tra gli specialisti e la famiglia, includendo le attività motorie condivise e svolte insieme con un genitore, familiare, caregiver ecc. La partecipazione attiva della famiglia nel percorso motorio è un modo per raggiungere l'intensità e il coinvolgimento motivazionale necessario {Sorsdahl, 2010}

La combinazione tra interventi motori ed altri interventi terapeutici, occupazionali, fisioterapici ecc.

L'approccio multidisciplinare concordato tra i specialisti permette di includere più aree d'intervento utili per la funzione motoria e di scegliere una combinazione degli interventi più appropriata per ogni singolo individuo. Inoltre è sempre importante non tralasciare attività motoria di base adattata per l'età, in quanto potrebbe avere un'effetto positivo su differenti componenti importanti ed a volte predeterminanti per la funzione motoria

Tabella 2. Appunto pratico

Considerazioni generali per i genitori e care-giver relative alle attività motoria proposte

FUNZIONE DEGLI ARTI SUPERIORI

Attività Biamnuali {Charles, 2006}

Esempi delle attività:

- Giochi manipolativi (carte, oggetti di differente misura ecc.)
- Video-giochi, arte
- Compiti funzionali che richiedono l'uso bimanuale (allacciare i lacci, manipolare le posate, compiti di cura personale)

Suggerimenti per applicazione:

- Iniziare da uno o più compiti già effettuati con successo o vicini a quelli già eseguite in precedenza ed aumentare la difficoltà gradualmente
- Supervisionare e favorire l'uso di tutti e due gli arti, anche se il bambino tenderà ad applicare gli schemi facilitativi per l'arto più colpito

Esempio pratico:

- Livelli funzionali 1-3 di MACS

Gioco manipolativo di selezionare/raggruppare gli oggetti di differente misura nelle scatole/barattoli appositi. Attività bimanuale degli arti viene rafforzata con l'uso di due mani per prendere e spostare gli oggetti messi inizialmente su due lati, apprendo i barattoli/scatole che richiedono due mani per apertura/chiusura. Per maggior

coinvolgimento motivazionale la scelta degli oggetti potrebbe essere basata sugli interessi personali del bambino (giocattoli, caramelle, pennarelli colorati ecc.)

- Livelli funzionali 3-5 di MACS

Il gioco manipolativo di raggruppare gli oggetti di differente misura su due parti della tavola destra/sinistra e prossimale/distale. Nei casi dove la presa è possibile rafforzare quella, invece nei casi contrari proporre di spostare gli oggetti in maniera più funzionale per il bambino stesso (favorendo sempre l'uso bimanuale degli arti)

- Modificazioni della difficoltà:

Proporre differenti modificazioni spazio-temporali, come diverso posizionamento iniziale/finale degli oggetti (su differenti livelli, profondità ecc), il componente esplorativo (nascondendo gli oggetti). Proporre di svolgere il gioco con il tempo limitato, determinata l'intensità o l'accuratezza, in maniera competitiva. Introdurre i componenti motivazionali esterni come i punti da guadagnare o giochi con parenti/compagni, rafforzare la motivazione personale nel raggiungere lo scopo motorio (è più attuabile con i bambini di età scolare)

Allenamento bimanuale combinato con i compiti grosso-motori {Bleyenheuft, 2017}

Esempi delle attività:

- Attività bimanuali precedentemente descritti combinati con i compiti per la funzione grosso-motoria di difficoltà crescente (stabilizzazione del tronco, equilibrio in diversi contesti, camminata ecc.)
- Le attività motorie e sportive che richiedono l'uso degli arti superiori ed inferiori contemporaneamente (elementi di danza, basket ecc.)

Suggerimenti per l'applicazione:

- Durante le attività contemporanee degli arti e del busto/gambe è importante porre attenzione sulla correttezza di entrambi i compiti
- Il tempo per ogni compito dovrebbe essere adattato individualmente, in quanto la diminuzione del tempo impiegato per i compiti della funzione degli arti superiori, potrebbe influire sui risultati finali

Esempio pratico:

- Livelli funzionali 1-3 di MACS e 1-3 di GMFC

Il gioco "pesca". Al bambino viene chiesto di raccogliere gli oggetti posizionati a terra "pescandoli" con un giocattolo che simile ad una canna da pesca (anche costruito a casa) e poi una volta presi, spostarli e posizionarli nella scatola. Per lo svolgimento di questo compito vengono messi in atto le abilità bimanuali per maneggiare la "canna da pesca" ed oggetti, ma anche le abilità grosso-motorie per spostarsi da un oggetto all'altro

- Livelli funzionali 3-5 di MACS e 3-5 di GMFC

Stesso gioco descritto in precedenza eseguito sui dispositivi deambulatori usuali del bambino. In caso in cui l'attività degli arti inferiori sia impossibilitata, viene proposta l'attività per la stabilizzazione del tronco e della testa nella posizione da seduti. Se questa posizione non è possibile, si potrebbe giocare in quadropedia o appoggiandosi solamente sui gomiti, mantenendo la posizione della testa e del tronco e favorendo la stabilizzazione e lo spostamento del busto verso l'oggetto d'interesse. Inoltre, potrebbe essere necessario modificare/facilitare il compito bimanuale (per esempio invece di "pescare"-indicare/toccare/muovere oggetti con un bastone utilizzando tutti e due gli arti per la presa)

- Modificazioni della difficoltà

Oltre alla difficoltà crescente dei compiti bimanuali, si aggiunge la possibilità di modificare gli esercizi grosso-motori. La posizione da seduto potrebbe essere proposta in differenti contesti d'equilibrio (per esempio le sedie con e senza schienale, soft-ball). Per i livelli più bassi della classificazione (con il funzionamento migliore) è possibile la combinazione delle attività bimanuali con i compiti grosso-motori anche più complessi (camminare, saltare). A volte, potrebbe essere necessario facilitare il compito per gli arti superiori (anche se prima è stato eseguito correttamente sulla tavola) per favorire l'esecuzione corretta del compito combinato.

Attività funzionali osservazione-azione {Buccino, 2018}

Esempi delle attività:

- Giochi di imitazione, teatro
- Attività funzionali che richiedono l'uso equivalente di tutti e due gli arti (suonare piano, manipolare oggetti ecc.) o l'uso dominante di una mano (temperare la matita, aprire\chiudere barattoli ecc) eseguite dopo una dimostrazione da parte del genitore o di un video esplicativo

Suggerimenti per applicazione:

- L'azione dovrebbe essere mostrata più volte e dettagliatamente
- I bambini vengono avvisati che la qualità d'imitazione non è lo scopo principale dell'attività

Esempio pratico:

- Tutti i livelli di classificazione

Attività adattate alle possibilità e l'interesse del bambino. Da proporre le attività bimanuali come origami, lego, costruzione/modelazione, lo svolgimento delle attività funzionali. Coinvolgere il bambino nei compiti di cura personale, proporre di eseguire la preparazione/modificazione delle attività in modo autonomo (aprire il libro, cambiare la pagina, mangiare il cibo che richiede una manipolazione specifica come il gelato o le caramelle) e nei compiti domestici (selezione/raggruppamento degli oggetti, differenti azioni in cucina ecc). Il gioco imitativo anche delle azioni non funzionali come l'imitazione degli animali, delle situazioni, il teatro, dove il bambino imita ed anche sperimenta le proprie sequenze motorie

- Modificazione della difficoltà:

Potrebbe essere introdotta l'attività davanti allo specchio, dove il bambino osserva la dimostrazione e poi esegue il compito guardandosi nello specchio (attività simili alla danza)

Tabella 3. Appunto pratico

Descrizione ed esempi pratici delle attività motorie per la funzione degli arti superiori

FUNZIONE GROSSO-MOTORIA

Allenamento funzionale specifico ad un obiettivo o compito motorio {Ketelaar, 2001} {Booth, 2018} {Sorsdahl, 2010}

Esempi delle attività:

- La pratica diretta o parziale di un compito o abilità motoria
- Attività funzionali facilitate
- Attività scelte sulla base delle necessità funzionali ed interessi del bambino (mangiare,

Suggerimenti per applicazione:

- Inizialmente favorire il raggiungimento degli scopi funzionali e solo dopo la correttezza d'esecuzione
- Suddividere i scopi a lungo termine a quelli più brevi che

spostarsi, preparare il gioco in autonomia ecc.)

- Pratica nei contesti della vita reale o nei contesti modificati/facilitate per garantire l'esecuzione

riguardano i componenti determinanti per il compito/abilità principale

- Se desiderate intensità non sono possibili d'applicare a causa delle limitazioni secondarie (la forza muscolare o capacità d'equilibrio ridotti, fatica eccessiva, dolori muscolari, fitness ridotto ecc.) si consiglia di includere altri interventi motori e terapeutici mirati per minimizzare questi fattori limitanti

Esempio pratico:

- Livelli funzionali 1-3 di GMFC

I percorsi motori con i compiti per differenti abilità grosso-motorie (quadropedia, cambi di posizione/direzione, camminata, andature, salti, superficie irregolari ecc.)

- 3-5 GMFC

Nel caso d'uso quotidiano dei dispositivi deambulatori, adattare i percorsi descritti in modo da svolgerli con dispositivi usuali. Se il bambino non è ambulante con dispositivi, proporre una sequenza di compiti funzionali (stabilizzazione/spostamento/rotazione del tronco o di testa) eseguiti sulla sedia di uso quotidiano, oppure su quella con meno sostegno alla schiena; sulla sedia a rotelle o sul pavimento in quedripedia o appoggiandosi con gli arti superiori su un piano rialzato. Una tra le attività proposte potrebbe essere ruotare/inclinare il tronco verso gli oggetti d'interesse con lo scopo di raggiungerli/colpirli/raccoglierli massimizzando le abilità grosso-motorie messe in atto

- Modificazioni della difficoltà:

La modificazione dei componenti spazio-temporali (il tempo per lo svolgimento limitato, la competizione, il ritmo o velocità prestabiliti); la modificazione del livello d'assistenza durante lo svolgimento delle attività o durante il cambio autonomo da un'attività all'altra. Inoltre introdurre la difficoltà crescente e graduale dei compiti funzionali (se il bambino è in grado di stare su una superficie irregolare, si potrebbe aggiungere altri compiti grosso-motorie come la camminata, stare su una gamba o colpire un pallone)

Allenamento delle abilità grosso-motorie combinato con i compiti bimanuali {Bleyenheuft, 2017}

Esempi relativi sono descritti nella parte per la funzione degli arti superiori (tab. 3)

Allenamento funzionale progressivo di resistenza {Scholtes, 2008} {Lima, 2020}

Esempi delle attività:

- Allenamento di forza con i carichi progressivi raccomandati per l'età e lo stato fisico del bambino, applicati in combinazione con gli esercizi funzionali
- Esercizi funzionali con o senza carichi aggiunti svolti anche in modalità progressiva (p.e cambio di

Suggerimenti per applicazione:

- Potrebbe essere necessario ridurre l'intensità dell'allenamento nel confronto con le linee guida generali
- È vivamente raccomandato di accordare e supervisionare il programma d'allenamento di forza con medici ed altri specialisti coinvolti nel percorso motorio. In quanto la risposta all'allenamento

posizione decubito-seduto, seduto-in piedi; fare le scale, step-up)

potrebbe essere variabile in ogni individuo e le terapie in atto potrebbero richiedere una modifica dopo l'inserimento dell'allenamento di forza

Esempio pratico:

- Livelli funzionali 1-3 di GMFC

Per i bambini/ragazzi più grandi potrebbe essere proposta come attività motoria/sportiva di base svolta in casa. L'allenamento di forza potrebbe essere impostato a stazioni/circuiti e composto degli esercizi funzionali (passi laterali, andature, cambiamenti di direzione, salti ecc.), ma anche potrebbe essere aggiunto il componente competitivo

- Livelli funzionali 3-5 di GMFC

L'allenamento di forza incorporato nella pratica delle abilità grosso-motorie. Per i bambini-ragazzi più grandi potrebbe essere proposta ugualmente come l'attività motoria/sportiva in casa. Per esempio con gli esercizi funzionali come: i cambi di posizione dalla sedia a rotelle a letto o l'altra sedia, da decubito a seduto, stabilizzazione del tronco, movimentazione del busto ed altri esercizi applicati con intensità sufficienti e con i carichi progressivi

- Modificazione delle difficoltà

È preferibile l'allenamento con il peso libero. L'aumento del carico avviene partendo dalla quantità delle ripetizioni, poi serie e solo nella fase più avanzata aggiungendo l'allenamento con i pesi. Seguendo gli obiettivi funzionali, potrebbe essere più appropriato complicare e/o combinare il compito funzionale con altri componenti (funzionali o di ROM), invece di aumentare il carico per lo stesso esercizio

Tabella 4. Appunto pratico

Descrizione ed esempi pratici delle attività motorie per la funzione grosso-motoria

4.5 LIMITI

Durante la scrittura di questa disamina della letteratura sono stati identificati alcune limitazioni. Innanzitutto, la mancata distinzione tra le figure professionali coinvolti nei percorsi terapeutici ed educativi. Tanti studi non differenziano gli interventi motori e quelli fisioterapici, descrivendoli tutti sotto il nominativo degli interventi fisioterapici. Questa mancata distinzione tra le figure del fisioterapista e dello specialista d'esercizio potrebbe influire significativamente sulla ricerca ed interpretazione dei dati, in quanto una grande varietà degli studi che riguardano l'attività motoria adattata è nominata o descritta insieme agli interventi fisioterapici. Questo potrebbe creare della confusione tra le figure professionali coinvolte nel percorso motorio.

Un'altro limite già accennato prima nella descrizione degli studi, è la mancata specificazione degli interventi e degli studi per i partecipanti con i differenti livelli di classificazione funzionale. La mancata distinzione iniziale per i livelli diversi potrebbe non solo influire sui risultati finali ma anche creare una visione non obbiettiva riguardante gli interventi efficaci

per i differenti livelli di classificazione. Grande parte degli studi, se anche non specifica la classificazione funzionale dei partecipanti, nella sua maggior parte riportano dati sui livelli funzionali più bassi (con il funzionamento migliore). La significativa limitazione di presente disamina è attribuita alla differenza nella quantità degli studi riportati per i livelli funzionali bassi ed alti (la maggiore quantità degli studi per i livelli funzionali uno-tre). Perciò, i dati per i livelli funzionali più alti (funzionamento peggiore) sono significativamente più limitati, a confronto con i dati per livelli più bassi. Questa limitazione implica la necessità non solo della specificazione del livello di classificazione funzionale negli futuri studi, ma anche di un numero maggiore degli studi approfonditi e specifici per i soggetti con i livelli funzionali tre-cinque.

5. CONCLUSIONI

Lo studio effettuato riporta le evidenze moderne sugli interventi e metodologie dell'allenamento motorio quali si sono rilevati efficaci per la funzione motoria. Gli interventi motori solitamente associati ad un risultato positivo sulla funzione degli arti superiori hanno in comune i seguenti parametri: 1) sono gli interventi motori specifici ad un compito o ad un'obiettivo motorio 2) attività incorporate nei contesti di vita quotidiana 3) interventi applicati ad un'intensità sufficiente per l'apprendimento motorio. La maggioranza degli studi presentati per la funzione grosso-motoria sono stati statisticamente meno forti e con più errori (studi con effetto negativo/neutro degli interventi, i risultati limitati per alcuni livelli di classificazione funzionale). Il coinvolgimento motorio più complesso ed ampio nei compiti della funzione grosso-motoria e la sua interdipendenza maggiore con le limitazioni secondarie (come mancata coordinazione bilaterale, alterazioni posturali, muscolari, adattamento alterato) e con altri componenti motori (come il livello iniziale di fitness, forza muscolare, equilibrio), implicano la necessità di un'approccio funzionale trasversale, con gli interventi motori e non, con più scopi terapeutici ed educativi contemporaneamente.

Le decisioni sul percorso funzionale dovrebbero essere elaborate in ottica delle evidenze moderne esistenti ed in accordo tra il team multidisciplinare e la famiglia.

Con lo scopo di arricchire la visione sulle attività ed interventi efficaci per la funzione motoria è stato sviluppato un'appunto pratico per i genitori e caregiver contenuto della proposta delle attività da svolgere a casa con i bambini/adolescenti con PCI spastica. È basato su protocolli e punti chiavi degli studi moderni più promettenti. La scelta della

proposta d'allenamento motorio funzionale a casa non è affatto casuale, ma basata sulle prove riportate in questa revisione sull'efficacia di esso, in quanto permette non solo aumentare le ore complessive della pratica, ma anche garantire un trasferimento funzionale delle abilità acquisite nella vita quotidiana.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Al-Nemr A, Abdelazeim F. *Relationship of cognitive functions and gross motor abilities in children with spastic diplegic cerebral palsy*. Appl Neuropsychol Child. 2018;7(3):268-76.
2. Alotaibi M, Long T, Kennedy E, Bavishi S. *The efficacy of GMFM-88 and GMFM-66 to detect changes in gross motor function in children with cerebral palsy (CP): a literature review*. Disabil Rehabil. 2014;36(8):617-27.
3. American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.)(2013)
4. Apolo-Arenas MD, Jerônimo AFA, Caña-Pino A, Fernandes O, Alegrete J, Parraca JA. *Standardized Outcomes Measures in Physical Therapy Practice for Treatment and Rehabilitation of Cerebral PALSYP: A Systematic Review*. J Pers Med. 2021;11(7).
5. Bar-On L, Molenaers G, Aertbeliën E, Van Campenhout A, Feys H, Nuttin B, et al. *Spasticity and its contribution to hypertonia in cerebral palsy*. Biomed Res Int. 2015;2015:317047.
6. Beckung E., Hagverg G. *Neuroimpairments, activity limitations, and participation restrictions in children with cerebral palsy*. Dev Med Child Neurol. 2002;44:309-16.
7. Berg M, Jahnsen R, Frøslie KF, Hussain A. *Reliability of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI)*. Phys Occup Ther Pediatr. 2004;24(3):61-77.
8. Bleyenheuft Y, Ebner-Karestinos D, Surana B, Paradis J, Sidiropoulos A, Renders A, et al. *Intensive upper- and lower-extremity training for children with bilateral cerebral palsy: a quasi-randomized trial*. Dev Med Child Neurol. 2017;59(6):625-33.

9. Booth ATC, Buizer AI, Meyns P, Oude Lansink ILB, Steenbrink F, van der Krogt MM. *The efficacy of functional gait training in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis*. Dev Med Child Neurol. 2018;60(9):866-83.
10. Bose P, Hou J, Thompson FJ. *Frontiers in Neuroengineering Traumatic Brain Injury (TBI)-Induced Spasticity: Neurobiology, Treatment, and Rehabilitation*. Brain Neurotrauma: Molecular, Neuropsychological, and Rehabilitation Aspects. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis 2015 by Taylor & Francis Group, LLC.; 2015.
11. Bottos M, Feliciangeli A, Sciuto L, Gericke C, Vianello A. *Functional status of adults with cerebral palsy and implications for treatment of children*. Dev Med Child Neurol. 2001;43(8):516-28.
12. Bourke-Taylor H. *Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function: construct validity and correlation with the Pediatric Evaluation of Disability Inventory*. Dev Med Child Neurol. 2003;45(2):92-6.
13. Brandão MB, Mancini MC, Ferre CL, Figueiredo PRP, Oliveira RHS, Gonçalves SC, et al. *Does Dosage Matter? A Pilot Study of Hand-Arm Bimanual Intensive Training (HABIT) Dose and Dosing Schedule in Children with Unilateral Cerebral Palsy*. Phys Occup Ther Pediatr. 2018;38(3):227-42.
14. Brandenburg JE, Fogarty MJ, Sieck GC. *A Critical Evaluation of Current Concepts in Cerebral Palsy*. Physiology (Bethesda). 2019;34(3):216-29.
15. Buccino G, Molinaro A, Ambrosi C, Arisi D, Mascaro L, Pinardi C, et al. *Action Observation Treatment Improves Upper Limb Motor Functions in Children with Cerebral Palsy: A Combined Clinical and Brain Imaging Study*. Neural Plast. 2018;2018:4843985.
16. Byrne R, Noritz G, Maitre NL. *Implementation of Early Diagnosis and Intervention Guidelines for Cerebral Palsy in a High-Risk Infant Follow-Up Clinic*. Pediatr Neurol. 2017;76:66-71
17. Enrico C, Silvia A, Eva C, Michela A, Nicoletta B, Fazzi E. *RACCOMANDAZIONI PER LA RIABILITAZIONE DEI BAMBINI AFFETTI DA PARALISI CEREBRALE INFANTILE*. In: (SINPIA) SIDMFERSSIDNDIEDA, editor. SIMFER-SINPIA; 2013:2013.

18. Charles JR, Wolf SL, Schneider JA, Gordon AM. *Efficacy of a child-friendly form of constraint-induced movement therapy in hemiplegic cerebral palsy: a randomized control trial.* Dev Med Child Neurol. 2006;48(8):635-42.
19. Charles J, Gordon AM. *Development of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy.* Dev Med Child Neurol. 2006;48(11):931-6.
20. Chen CL, Lin KC, Kang LJ, Wu CY, Chen HC, Hsieh YW. *Potential predictors of functional outcomes after home-based constraint-induced therapy for children with cerebral palsy.* Am J Occup Ther. 2014;68(2):159-66.
21. Clutterbuck G, Auld M, Johnston L. *Active exercise interventions improve gross motor function of ambulant/semi-ambulant children with cerebral palsy: a systematic review.* Disabil Rehabil. 2019;41(10):1131-51.
22. Collado-Garrido L, Parás-Bravo P, Calvo-Martín P, Santibáñez-Margüello M. *Impact of Resistance Therapy on Motor Function in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis.* Int J Environ Res Public Health. 2019;16(22).
23. Das SP, Ganesh GS. *Evidence-based Approach to Physical Therapy in Cerebral Palsy.* Indian J Orthop. 2019;53(1):20-34.
24. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Öhrvall AM, et al. *The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability.* Dev Med Child Neurol. 2006;48(7):549-54.
25. Elnahas AM, Elshennawy S, Aly MG. *Effects of backward gait training on balance, gross motor function, and gait in children with cerebral palsy: a systematic review.* Clin Rehabil. 2019;33(1):3-12.
26. Elvrum AK, Andersen GL, Himmelmann K, Beckung E, Öhrvall AM, Lydersen S, et al. *Bimanual Fine Motor Function (BFMF) Classification in Children with Cerebral Palsy: Aspects of Construct and Content Validity.* Phys Occup Ther Pediatr. 2016;36(1):1-16.
27. Garg D, Sharma S. *Sudden Unexpected Death in Epilepsy (SUDEP) - What Pediatricians Need to Know.* Indian Pediatr. 2020;57(10):890-4.
28. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin J-P, Damiano DL, et al. *Cerebral palsy.* Nature Reviews Disease Primers. 2016;2(1):15082.

29. Gray L, Ng H, Bartlett D. *The gross motor function classification system: an update on impact and clinical utility*. *Pediatr Phys Ther*. 2010;22(3):315-20.
30. Gray L, Ng H, Bartlett D. *The gross motor function classification system: an update on impact and clinical utility*. *Pediatr Phys Ther*. 2010;22(3):315-20.
31. Gulati S, Sondhi V. *Cerebral Palsy: An Overview*. *Indian J Pediatr*. 2018;85(11):1006-16.
32. Guzzetta A, Mercuri E, Cioni G. *Visual disorders in children with brain lesions: 2. Visual impairment associated with cerebral palsy*. *Eur J Paediatr Neurol*. 2001;5(3):115-9.
33. Hsu CW, Kang YN, Tseng SH. *Effects of Therapeutic Exercise Intensity on Cerebral Palsy Outcomes: A Systematic Review With Meta-Regression of Randomized Clinical Trials*. *Front Neurol*. 2019;10:657.
34. Hübener M, Bonhoeffer T. *Neuronal plasticity: beyond the critical period*. *Cell*. 2014;159(4):727-37.
35. Inamdar K, Molinini RM, Panibatla ST, Chow JC, Dusing SC. *Physical therapy interventions to improve sitting ability in children with or at-risk for cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis*. *Dev Med Child Neurol*. 2021;63(4):396-406.
36. Jackman M, Lannin N, Galea C, Sakzewski L, Miller L, Novak I. *What is the threshold dose of upper limb training for children with cerebral palsy to improve function? A systematic review*. *Aust Occup Ther J*. 2020;67(3):269-80
37. Ketelaar M, Vermeer A, Hart H, van Petegem-van Beek E, Helders PJ. *Effects of a functional therapy program on motor abilities of children with cerebral palsy*. *Phys Ther*. 2001;81(9):1534-45.
38. Kleim JA, Jones TA. *Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage*. *J Speech Lang Hear Res*. 2008;51(1):S225-39.
39. Krumlinde-Sundholm L, Holmefur M, Kottorp A, Eliasson AC. *The Assisting Hand Assessment: current evidence of validity, reliability, and responsiveness to change*. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(4):259-64.
40. Lee M, Ko Y, Shin MM, Lee W. *The effects of progressive functional training on lower limb muscle architecture and motor function in children with spastic cerebral palsy*. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(5):1581-4.

41. Levelt CN, Hübener M. *Critical-period plasticity in the visual cortex*. Annu Rev Neurosci. 2012;35:309-30.
42. Lima CRG, Pavão SL, de Campos AC, Rocha N. *Sit-to-stand movement in children with cerebral palsy and relationships with the International classification of functioning, disability and health: A systematic review*. Res Dev Disabil. 2020;107:103804.
43. Magomedova AN, Magomedova AA. *Features of speech development and correction of its impairment in children with childhood cerebral palsy*. Scientific Trends: pedagogy and psychology 2019.
44. Mei C, Reilly S, Bickerton M, Mensah F, Turner S, Kumaranayagam D, et al. *Speech in children with cerebral palsy*. Dev Med Child Neurol. 2020;62(12):1374-82.
45. Miller L, Ziviani J, Ware RS, Boyd RN. *Mastery motivation: a way of understanding therapy outcomes for children with unilateral cerebral palsy*. Disabil Rehabil. 2015;37(16):1439-45.
46. Nordberg A, Miniscalco C, Lohmander A, Himmelmann K. *Speech problems affect more than one in two children with cerebral palsy: Swedish population-based study*. Acta Paediatr. 2013;102(2):161-6.
47. Nordstrand L, Eliasson AC, Holmefur M. *Longitudinal development of hand function in children with unilateral spastic cerebral palsy aged 18 months to 12 years*. Dev Med Child Neurol. 2016;58(10):1042-8.
48. Novak I. *Evidence-based diagnosis, health care, and rehabilitation for children with cerebral palsy*. J Child Neurol. 2014;29(8):1141-56.
49. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. *State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy*. Curr Neurol Neurosci Rep. 2020;20(2):3.
50. Ostojic K, Paget SP, Morrow AM. *Management of pain in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review*. Dev Med Child Neurol. 2019;61(3):315-21.
51. Ouyang RG, Yang CN, Qu YL, Koduri MP, Chien CW. *Effectiveness of hand-arm bimanual intensive training on upper extremity function in children with cerebral palsy: A systematic review*. Eur J Paediatr Neurol. 2020;25:17-28.
52. Patel DR, Neelakantan M, Pandher K, Merrick J. *Cerebral palsy in children: a clinical overview*. Transl Pediatr. 2020;9(Suppl 1):S125-s35
53. Pavone, Lorenzo & Ruggieri, Martino. *Neurologia pediatrica*. Elsevier Italia 2015

54. Patton MH, Blundon JA, Zakharenko SS. *Rejuvenation of plasticity in the brain: opening the critical period*. Curr Opin Neurobiol. 2019;54:83-9.
55. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. *The Physical Activity Guidelines for Americans*. Jama. 2018;320(19):2020-8.
56. Plasschaert VFP, Vriezেকolk JE, Aarts PBM, Geurts ACH, Van den Ende CHM. *Interventions to improve upper limb function for children with bilateral cerebral palsy: a systematic review*. Dev Med Child Neurol. 2019;61(8):899-907.
57. Rahlin M, Duncan B, Howe CL, Pottinger HL. *How does the intensity of physical therapy affect the Gross Motor Function Measure (GMFM-66) total score in children with cerebral palsy? A systematic review protocol*. BMJ Open. 2020;10(7):e036630.
58. Randall M, Carlin JB, Chondros P, Reddihough D. *Reliability of the Melbourne assessment of unilateral upper limb function*. Dev Med Child Neurol. 2001;43(11):761-7
59. Reid LB, Rose SE, Boyd RN. *Rehabilitation and neuroplasticity in children with unilateral cerebral palsy*. Nat Rev Neurol. 2015;11(7):390-400.
60. Reid SM, Meehan EM, Arnup SJ, Reddihough DS. *Intellectual disability in cerebral palsy: a population-based retrospective study*. Dev Med Child Neurol. 2018;60(7):687-94.
61. Reid SM, Modak MB, Berkowitz RG, Reddihough DS. *A population-based study and systematic review of hearing loss in children with cerebral palsy*. Dev Med Child Neurol. 2011;53(11):1038-45.
62. Reilly S, Skuse D, Poblete X. *Prevalence of feeding problems and oral motor dysfunction in children with cerebral palsy: a community survey*. J Pediatr. 1996;129(6):877-82.
63. Richards CL, Malouin F. *Cerebral palsy: definition, assessment and rehabilitation*. Handb Clin Neurol. 2013;111:183-95.
64. Palisano R, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston M. *GMFCS – E & R Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised*. Dev Med Child Neurol. 2007;CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University.
65. Rosenbaum PL, Walter SD, Hanna SE, Palisano RJ, Russell DJ, Raina P, et al. *Prognosis for gross motor function in cerebral palsy: creation of motor development curves*. Jama. 2002;288(11):1357-63

66. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. *A report: the definition and classification of cerebral palsy* April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8-14.
67. Ryan JM, Cassidy EE, Noorduyn SG, O'Connell NE. *Exercise interventions for cerebral palsy.* *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;6(6):Cd011660.
68. Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. *Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options.* *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2020;16:1505-18.
69. Sakzewski L, Carlon S, Shields N, Ziviani J, Ware RS, Boyd RN. *Impact of intensive upper limb rehabilitation on quality of life: a randomized trial in children with unilateral cerebral palsy.* *Dev Med Child Neurol.* 2012;54(5):415-23.
70. Sakzewski L, Gordon A, Eliasson AC. *The state of the evidence for intensive upper limb therapy approaches for children with unilateral cerebral palsy.* *J Child Neurol.* 2014;29(8):1077-90.
71. Sakzewski L, Ziviani J, Boyd RN. *Best responders after intensive upper-limb training for children with unilateral cerebral palsy.* *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92(4):578-84.
72. Sakzewski L, Ziviani J, Boyd RN. *Efficacy of upper limb therapies for unilateral cerebral palsy: a meta-analysis.* *Pediatrics.* 2014;133(1):e175-204.
73. Sakzewski L, Ziviani J, Boyd R. *Systematic review and meta-analysis of therapeutic management of upper-limb dysfunction in children with congenital hemiplegia.* *Pediatrics.* 2009;123(6):e1111-22.
74. Scholtes VA, Becher JG, Comuth A, Dekkers H, Van Dijk L, Dallmeijer AJ. *Effectiveness of functional progressive resistance exercise strength training on muscle strength and mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial.* *Dev Med Child Neurol.* 2010;52(6):e107-13.
75. Scholtes VA, Dallmeijer AJ, Rameckers EA, Verschuren O, Tempelaars E, Hensen M, et al. *Lower limb strength training in children with cerebral palsy--a randomized controlled trial protocol for functional strength training based on progressive resistance exercise principles.* *BMC Pediatr.* 2008;8:41.
76. Shelly A, Davis E, Waters E, Mackinnon A, Reddiough D, Boyd R, et al. *The relationship between quality of life and functioning for children with cerebral palsy.* *Dev Med Child Neurol.* 2008;50(3):199-203.

77. Smits DW, Gorter JW, Hanna SE, Dallmeijer AJ, van Eck M, Roebroek ME, et al. *Longitudinal development of gross motor function among Dutch children and young adults with cerebral palsy: an investigation of motor growth curves*. Dev Med Child Neurol. 2013;55(4):378-84.
78. Sorsdahl AB, Moe-Nilssen R, Kaale HK, Rieber J, Strand LI. *Change in basic motor abilities, quality of movement and everyday activities following intensive, goal-directed, activity-focused physiotherapy in a group setting for children with cerebral palsy*. BMC Pediatr. 2010;10:26.
79. Stevenson P. *Speech problems*. British medical journal. 1976;1(6010):635-
80. Tervahauta MH, Girolami GL, Øberg GK. *Efficacy of constraint-induced movement therapy compared with bimanual intensive training in children with unilateral cerebral palsy: a systematic review*. Clin Rehabil. 2017;31(11):1445-56.
81. Tinderholt Myrhaug H, Østensjø S, Larun L, Odgaard-Jensen J, Jahnsen R. *Intensive training of motor function and functional skills among young children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis*. BMC Pediatr. 2014;14:292.
82. Toovey R, Bernie C, Harvey AR, McGinley JL, Spittle AJ. *Task-specific gross motor skills training for ambulant school-aged children with cerebral palsy: a systematic review*. BMJ Paediatr Open. 2017;1(1):e000078.
83. Trivić I, Hojsak I. *Evaluation and Treatment of Malnutrition and Associated Gastrointestinal Complications in Children with Cerebral Palsy*. Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr. 2019;22(2):122-31.
84. Trompetto C, Marinelli L, Mori L, Pelosin E, Currà A, Molfetta L, et al. *Pathophysiology of spasticity: implications for neurorehabilitation*. Biomed Res Int. 2014;2014:354906.
85. Wallace SJ. *Epilepsy in cerebral palsy*. Dev Med Child Neurol. 2001;43(10):713
86. Organization WH. *International Classification of Functioning, Disability, and Health: Children & Youth Version: ICF-CY*: World Health Organization; 2007.