



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA**

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Medicina e Chirurgia**

**Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dell'attività Motoria**

**Preventiva e Adattata**

**TESI DI LAUREA**

**Il ruolo del movimento nello sviluppo motorio e cognitivo nell'età  
evolutiva**

**Relatrice: Dott.ssa Valentina Bullo**

**Laureanda: Alessia Tonin**

**Correlatore: Prof. Marco Bergamin**

**Matricola: 2120040**

**Anno accademico 2024/2025**

## **Abstract**

Lo sviluppo motorio del bambino rappresenta un processo complesso e graduale, scandito da tappe fondamentali che riflettono la maturazione neuromuscolare, cognitiva, emotiva e sociale. Questa tesi analizza le principali fasi dello sviluppo motorio dalla nascita, a partire dai riflessi neonatali, agli schemi motori di base fino alle abilità grosso motorie e abilità motorie fini, che si evolvono sinergicamente alle capacità coordinative.

Particolare attenzione è stata riservata alla ricerca degli effetti benefici dell'attività motoria, del gioco e della stimolazione fisica e sensoriale nelle varie fasi di vita e di sviluppo del bambino, mediante revisione della letteratura.

Inoltre, una sezione del progetto è dedicata all'importanza dell'esercizio fisico per bambini con ADHD (Disturbo da deficit di Attenzione/Iperattività) come trattamento aggiuntivo a quello farmacologico per il miglioramento dei sintomi.

L'elaborato si propone dunque di offrire una panoramica degli interventi pratici che è possibile creare per il corretto e completo sviluppo motorio e cognitivo del bambino, considerando come il movimento si è dimostrato avere effetti positivi nelle funzioni esecutive e come influisca sul rendimento scolastico.

## **Abstract (English version)**

Child motor development represents a complex and gradual process, marked by fundamental stages that reflect neuromuscular, cognitive, emotional, and social maturation. This thesis analyzes the main phases of motor development from birth, starting with neonatal reflexes, progressing to basic motor patterns, and culminating in gross motor skills and fine motor skills, which evolve synergistically with coordinative abilities.

Special attention has been devoted to investigating the beneficial effects of physical activity, active play, and physical and sensory stimulation at different stages of a child's life and development, through a literature review.

Furthermore, one section of the project focuses on the importance of physical exercise for children with ADHD (Attention Deficit/Hyperactivity Disorder) as an additional treatment alongside pharmacological therapy to improve symptoms.

The work therefore aims to provide an overview of practical interventions that can be designed to support the proper and complete motor and cognitive development of children, considering how movement has been shown to have positive effects on executive functions and how it influences academic performance.



# INDICE

<b>Introduzione.....</b>	<b>8</b>
<b>1. Riflessi neonatali.....</b>	<b>10</b>
1.1 Che cosa indicano.....	10
1.2 Caratteristiche dei riflessi.....	10
1.3 I riflessi utilizzati per la valutazione pediatrica.....	10
1.4 L'importanza dei sensi.....	11
1.5 Lo sviluppo dei sensi in relazione al movimento.....	12
<b>2. Schemi motori di base.....</b>	<b>14</b>
2.1 Definizione.....	14
2.2 Da dove comincia il movimento.....	14
2.3 Come stimolare la motricità.....	17
<b>3. Abilità grosso motorie.....</b>	<b>19</b>
3.1 Abilità grosso motorie.....	19
3.2 <i>Fundamental Motor Skill</i> (FMS).....	19
3.3 TGMD-3 (Test of Gross Motor Development – Third Edition).....	21
3.4 Gioco o attività strutturata?.....	23
<b>4. Abilità motorie fini.....</b>	<b>24</b>
4.1 Definizione.....	24
4.2 Quali attività comprendono.....	24
4.3 Motricità fine e apprendimento scolastico.....	25
4.4 Attività motoria e funzioni esecutive.....	26
<b>5. Capacità coordinative.....</b>	<b>29</b>
5.1 Coordinazione.....	29
5.2 Abilità e capacità.....	29
5.3 Capacità coordinative.....	30
5.4 Espressione generale e specifica delle capacità coordinative.....	32
5.5 Lo sviluppo delle capacità coordinative in età prescolare.....	33

<b>6. Attività motoria e ADHD (<i>Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder</i>).....</b>	<b>37</b>
6.1 Neurobiologia dell'ADHD.....	37
6.2 ADHD e catecolamine.....	37
6.3 ADHD e funzioni esecutive.....	38
6.4 ADHD e abilità motorie.....	40
<b>Conclusioni.....</b>	<b>43</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>44</b>
<b>Sitografia.....</b>	<b>50</b>



## INTRODUZIONE

L'attività fisica è un importante fattore di rischio modificabile per il sovrappeso e l'obesità infantile ed è associata a numerosi benefici per la salute fisica e psicologica, tra cui un miglioramento delle abilità motorie e dello sviluppo cognitivo, della salute psicosociale e degli indicatori di salute cardiometabolica.

I primi indicatori di uno sviluppo neurologico sano sono la presenza (e poi la scomparsa) dei riflessi neonatali o arcaici, risposte automatiche e innate del corpo che permettono di rispondere prontamente alle sollecitazioni esterne. Altrettanto importanti per lo sviluppo neurologico, relazionale ed emotivo sono i sensi. In particolare, per un corretto sviluppo motorio è fondamentale la stimolazione del senso vestibolare (attraverso movimenti come dondolare, girare, torcersi, voltarsi, saltare, rimbalzare, inclinarsi, oscillare, cadere e muoversi a velocità diverse) e del senso propriocettivo, che permette di sapere istintivamente quanto sforzo o forza applicare per completare un movimento.

Successivamente il bambino comincia a muoversi applicando gli schemi motori di base, definiti in tal modo poiché rappresentano la base della motricità umana. Per questo risulta fondamentale offrire al bambino l'opportunità di muoversi ed esplorare fisicamente lo spazio che lo circonda e favorire così lo sviluppo motorio. È tipico, infatti, che i bambini piccoli vogliano correre, arrampicarsi, saltare, provare a stare in equilibrio sul bordo del marciapiedi o cercare di lanciare un oggetto contro un bersaglio.

Per il completo sviluppo dell'individuo sono però essenziali anche le FMS (*Fundamental Motor Skill*), in cui rientrano le abilità grosso motorie, ovvero quelle abilità che richiedono l'intervento di grandi gruppi muscolari e la coordinazione spaziale e temporale. Le prime abilità grosso-motorie iniziano a svilupparsi intorno ai 6 mesi di età, quando i bambini iniziano a girarsi su sé stessi e a rotolare. Durante i successivi anni di vita, i bambini continuano a sviluppare e raffinare le loro abilità grosso-motorie.

Le FMS possono essere suddivise in 3 categorie: abilità locomotorie, abilità di controllo degli oggetti e abilità di stabilità.

Per valutare lo sviluppo grosso-motorio in bambini di età compresa tra i 3 e 11 anni, in Italia, si utilizza il TGMD (*Test of Gross Motor Development*), nelle sue differenti edizioni.

Le abilità che invece richiedono l'utilizzo della muscolatura distale della mano vengono definite come abilità motorie fini. Tramite revisione della letteratura si è scoperto che la

motricità fine è correlata al rendimento scolastico e al comportamento sociale e che tramite programmi di educazione fisica sia possibile ottenere dei miglioramenti nella destrezza manuale.

Inoltre, esistono prove scientifiche che stabiliscono (Diamond & Lee, 2011, Davis et al., 2011) che l'attività motoria possa migliorare le funzioni esecutive, le quali permettono la risoluzione di problemi, il ragionamento e la pianificazione, perciò quelle qualità essenziali per migliorare la prestazione scolastica e il successo accademico.

In stretta correlazione con le abilità motorie ci sono le capacità coordinative, determinate dai processi di controllo del movimento, che rendono più o meno capace un soggetto di esercitare con successo determinate attività motorie e sportive. Anche in questo caso si è dimostrato che l'allenamento basato sulla coordinazione conduce a dei benefici sulla salute cerebrale dei bambini e sulle loro funzioni esecutive.

Le capacità coordinative individuate da Blume sono 7 (abbinamento dei movimenti, orientamento, differenziazione, equilibrio, reazione, trasformazione e ritmo) e comprendono sia quelle a carattere generale che specifico. Nella loro espressione generale le capacità coordinative devono essere considerate un presupposto per tutti i settori dell'attività motoria, ma le esigenze specifiche richiedono l'addestramento di aspetti specifici delle capacità coordinative.

L'attività motoria e sportiva risulta fondamentale ed efficace anche per migliorare i sintomi nei bambini con ADHD (*Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder*) e nel rafforzare le funzioni esecutive e le abilità motorie, considerando la base neurobiologica della patologia. In questo disturbo è presente una disregolazione della dopamina, essenziale per il funzionamento della corteccia prefrontale. L'esercizio fisico in quest'ottica sembrerebbe aumentare i livelli di dopamina e norepinefrina, impattando sul funzionamento cognitivo e sul tono dell'umore.

# CAPITOLO 1

## I RIFLESSI NEONATALI

### ***1.1 CHE COSA INDICANO***

Al momento della nascita il neonato si ritrova a fronteggiare un ambiente nuovo, pieno di stimoli, di fronte ai quali il neonato si adatta in vista della propria sopravvivenza, tramite i riflessi arcaici (o neonatali), ovvero una serie di risposte automatiche e innate del corpo e degli arti che accompagnano il bambino nei primi mesi di vita, permettendo di rispondere prontamente alle sollecitazioni esterne. Si presentano spontaneamente o a seguito di stimoli esterni.

La sede di questi è ancora poco conosciuta: alcuni hanno sicuramente sede organizzativa a livello midollare e sottocorticale, altri, probabilmente per la loro complessità, potrebbero già essere organizzati corticalmente.

Sono presenti alla nascita, alcuni negli ultimi mesi di vita fetale, alcuni pochi giorni dopo; scompaiono progressivamente nel corso del primo anno riorganizzandosi successivamente in attività più evolute. La mancanza dei principali riflessi arcaici e il ritardo della loro scomparsa è segno di compromissione del sistema nervoso centrale (SNC).

### ***1.2 CARATTERISTICHE DEI RIFLESSI***

A volte il riflesso può presentare caratteristiche particolari, essere incompleto, esaltato, accennato: ogni bambino possiede un suo valore soglia per lo scatenamento di un dato riflesso.

La regolarità di scomparsa di tali riflessi è testimonianza del processo di maturazione delle strutture encefaliche che, partendo dalle stazioni più basse, investe progressivamente quelle più alte (midollo → tronco encefalico → strutture corticali). Questo processo, definito di corticalizzazione, determina a livello funzionale un'attività motoria più adeguata ed ha come risultato la progressiva scomparsa dei riflessi arcaici e la contemporanea comparsa di comportamenti più evoluti.

Per quanto riguarda le acquisizioni posturo-cinetiche, invece, lo sviluppo segue un senso cranio-caudale (controllo del capo → controllo del tronco → controllo del bacino).

### ***1.3 I RIFLESSI UTILIZZATI PER LA VALUTAZIONE PEDIATRICA***

I riflessi arcaici rappresentano inoltre dei parametri di valutazione pediatrica. Tra quelli che vengono testati ricordiamo:

- *Riflesso di suzione e deglutizione*: lo sfioramento all'angolo della bocca provoca la rotazione della testa in direzione dello stimolo. In seguito, le labbra e la lingua effettuano una reazione di avvicinamento allo stimolo; infine, la lingua si ritira, le labbra si chiudono ed avviene la suzione (scomparsa intorno a 10-11 mesi). Il riflesso di deglutizione invece si scatena con il contatto dell'alimento con la parete della faringe (non scompare)
- *Riflesso della marcia* (scomparsa tra i 2 e 3 mesi): il neonato è tenuto verticalmente in modo da avere le piante dei piedi appoggiate su di una superficie; si manifesta un riflesso d'estensione e raddrizzamento delle gambe e del tronco. Inclinando il corpo in avanti, il neonato flette ed estende gli arti inferiori
- *Riflesso di Moro* (scomparsa entro 6 mesi): il neonato, in caso di movimento brusco o rumore forte e improvviso, sobbalza estendendo le braccia e allargando mani e dita.
- *Riflesso di prensione o Grasping reflex* (scomparsa intorno i 9-10 mesi): comprende due componenti del riflesso: la prima è il riflesso esterocettivo di prensione della mano, provocato dalla stimolazione cutanea del palmo della mano del neonato che reagirà chiudendo le dita a pugno con forza tenendo stretto il dito; la seconda componente del riflesso, quello tonico dei flessori delle dita della mano che è provocato da stimoli pressori sulle guaine tendinee dei flessori delle dita.
- *Riflesso di Babinski* (scomparsa tra i 9 e 12 mesi): si stimola la pianta del piede quando il bambino è sdraiato e rilassato. Nei neonati e nei primi mesi di vita, la risposta è rappresentata da un'estensione delle dita.
- *Riflesso di Galant o "riflesso della colonna vertebrale"*: il riflesso si provoca in posizione prona sostenuta dalla mano dell'esaminatore che stimola la regione para-vertebrale di un lato con una pressione digitale che va dalla regione dorsale sottoscapolare alla regione lombare. La risposta è data da un incurvamento del tronco con concavità verso il lato stimolato, mentre gli arti dello stesso lato si estendono e quelli controlaterali si flettono.
- *Riflesso Tónico del Collo Asimmetrico*: il riflesso si ottiene nel bambino supino, ruotando bruscamente il capo da un lato, fatto che provoca una *flessione* degli arti dal lato occipitale ed *estensione* degli arti dal lato frontale (postura dello schermitore).

#### **1.4 L'IMPORTANZA DEI SENSI**

Nei primi mesi di vita il neonato è esposto a un'ampia varietà di esperienze percettive attraverso tutti i sensi del corpo, ossia la vista, l'udito, il tatto, il gusto, l'olfatto, la percezione vestibolare (ovvero la percezione della gravità e del movimento che proviene da recettori localizzati nell'apparato vestibolare dell'orecchio interno) e la propriocezione (ovvero la percezione della posizione del corpo e del movimento che proviene da recettori posti nelle articolazioni e nei muscoli) (Lisa A. Kurtz, 2006).

Quando un movimento riflesso viene ripetuto dal bambino, che lo trova piacevole e gratificante, allora diviene un movimento attivo, o volontario. È possibile, dunque, considerare l'apprendimento motorio sia un processo di connessione mente-corpo sia una funzione di maturazione fisica (Lisa A. Kurtz, 2006).

Fondamentale per l'apprendimento motorio e lo sviluppo delle abilità motorie è la ripetizione di quest'ultime, affinché i movimenti risultino fluidi, coordinati.

### ***1.5 LO SVILUPPO DEI SENSI IN RELAZIONE AL MOVIMENTO***

I nostri sensi inviano spesso una grande quantità d'informazioni al cervello tutto in una volta. Il cervello deve integrare e organizzare queste informazioni attraverso un processo noto come integrazione sensoriale, e i neonati e i bambini piccoli hanno bisogno di molte opportunità per vivere il mondo usando tutti i loro sensi. Il movimento è essenziale per raggiungere l'integrazione sensoriale e consentire ai bambini piccoli di imparare a dare un senso al mondo e rispondere ai diversi stimoli che incontrano.

I 5 sensi che conosciamo (udito, olfatto, vista, gusto, tatto) ci permettono di muoverci e consentono di rispondere all'ambiente. Tuttavia, ci sono anche alcuni sensi meno conosciuti che sono vitali per la nostra salute e benessere, e che ci permettono di funzionare. Questi includono: (1) enterocezione, la consapevolezza dello stato interno del proprio corpo, come sentirsi affamati, percepire il dolore (nocicezione) e consapevolezza della temperatura corporea (termocezione); (2) senso vestibolare o senso dell'equilibrio e (3) senso di propriocezione, senso del proprio corpo nello spazio.

Il sistema vestibolare fornisce la consapevolezza della posizione e del movimento della nostra testa e del nostro corpo. Comprende recettori nell'orecchio interno e lavora insieme con altri sistemi sensoriali, in particolare alla vista. Un senso vestibolare ben sviluppato è fondamentale per l'apprendimento e lo sviluppo globale di un bambino. Infatti, per i neonati e i bambini sono necessarie una vasta gamma di opportunità per stimolare e sviluppare il loro senso vestibolare, attraverso movimenti come dondolare, girare, torcersi,

voltarsi, saltare, rimbalzare, inclinarsi, oscillare, cadere e muoversi a velocità diverse. Anche la propiocezione è essenziale per il movimento e l'attività fisica, in quanto ci consente di sapere dove si trova ogni parte del nostro corpo nello spazio. Man mano che questo senso si sviluppa durante la prima infanzia, iniziamo a sapere istintivamente quanto sforzo o forza applicare per completare un movimento. I bambini il cui senso propriocettivo non è ben sviluppato possono apparire goffi e trovare molto difficile comprendere lo spazio personale. Tuttavia, per sviluppare e affinare veramente questi sensi, i neonati e i bambini piccoli hanno bisogno di molte opportunità per vivere, esplorare ed essere attivi in ambienti diversi.

## **CAPITOLO 2**

### **SCHEMI MOTORI DI BASE**

#### ***2.1 DEFINIZIONE***

Gli schemi motori di base sono le unità di base della motricità umana. Vengono definiti “di base” perché sono strade d'attivazione neuro/motoria geneticamente prestabilite, proprie della specie umana necessarie alla sua sopravvivenza ed innate.

Sono i principali movimenti che l'essere umano riesce a realizzare con gli arti inferiori e superiori in modo assolutamente autonomo e che seguono precise tappe dell'apprendimento dipendenti dal progressivo sviluppo sensoriale e del S.N.C.

Fanno degli schemi motori di base:

- Camminare (avanti, indietro, lateralmente),
- correre (in tutte le direzioni),
- saltare (in alto e in basso),
- calciare (destro, sinistro),
- ricevere, afferrare, lanciare (a una o due mani, da sopra e da sotto),
- rotolare (avanti e indietro),
- strisciare, arrampicare,
- Trasportare, trascinare,
- salire,
- scansare.

È importante sottolineare che gli schemi motori di base si sviluppano sinergicamente alla coordinazione. La base essenziale per lo sviluppo e il miglioramento della coordinazione motoria è costituita dalle esperienze motorie e dalle opportunità di apprendimento, sempre più complesse, che devono essere offerte sistematicamente all'individuo.

#### ***2.2 DA DOVE COMINCIA IL MOVIMENTO?***

Le fasi implicate nell'attivazione degli schemi motori sono:

- Programmazione motoria
- Esecuzione motoria
- Controllo motorio

La programmazione motoria pianifica sia la cinematica del movimento sia la dinamica del movimento.

È subordinata a due processi, che comprendono l'analisi degli stimoli ambientali attraverso l'attenzione e la memoria di lavoro da una parte e la selezione di uno schema idoneo dalla memoria a lungo termine e all'adattamento di tale schema alle esigenze della situazione dall'altra (Richard A. Schmidt & Timothy D. Lee, 2012).

Gli schemi motori inoltre vengono adattati in base a 3 ordini di processi:

1. neurologici (processo di elaborazione dell'informazione)
2. psicologici (fattori cognitivi, affettivi, motivazione ecc.)
3. psicomotori (schema corporeo, coordinazione, equilibrio, organizzazione spazio-temporale, lateralizzazione).

Affinché i modelli neuromotori si possano tradurre in movimenti del corpo nello spazio è necessaria l'attivazione di tre processi: posturo-cinestetici, biochimico-energetici, omeostatici. Quest'ultimi permettono l'esecuzione del movimento (Richard A. Schmidt & Timothy D. Lee, 2012).

Il controllo motorio si ottiene in base a come viene utilizzata l'informazione sensoriale (o afferente) per regolare i movimenti. L'informazione, infatti, è ciò che dice qualcosa sullo stato dell'ambiente, sullo stato del corpo o sullo stato del corpo rispetto all'ambiente.

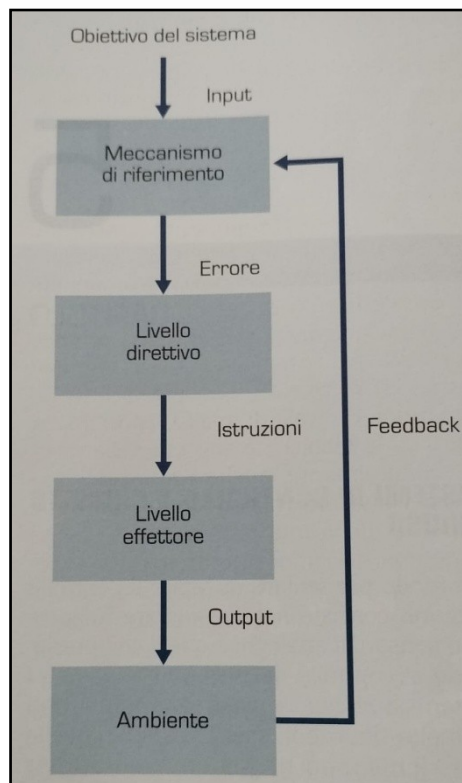
In quest'ottica possiamo considerare il movimento come un sistema a circuito chiuso e un sistema a circuito aperto.

Nel sistema a circuito chiuso l'informazione sensoriale è definita come il *feedback* ma implica che essa stessa sia il risultato delle azioni eseguite. I sistemi a circuito chiuso sono fondamentali in quelle situazioni che richiedono di "mantenere il controllo" per lunghi periodi di tempo (Richard A. Schmidt & Timothy D. Lee, 2012).

L'informazione sull'obiettivo del sistema è fornita ad un meccanismo di riferimento. Quest'ultimo compara il valore dell'obiettivo con quello del campione preso dall'ambiente e calcola un errore (differenza tra lo stato reale e quello desiderato), il quale è l'informazione data ad un livello direttivo, dove sono prese le decisioni su come ridurlo. Vengono spedite poi le istruzioni al livello effettore (muscoli). Successivamente l'informazione proveniente dai vari recettori dei muscoli, delle articolazioni, dei tendini, delle orecchie, degli occhi, ecc... è inviata ai meccanismi di riferimento affinché venga analizzata e sono di nuovo prese decisioni sull'azione futura (Figura 1) (Richard A. Schmidt & Timothy D. Lee, 2012).

Esistono 2 classi di recettori che intervengono quando ci muoviamo, ovvero gli esterocettori, forniscono informazioni sul movimento degli oggetti nell'ambiente, e i propriocettori, che informano sui propri movimenti. Si fa riferimento anche ad una terza classe, quella degli enterocettori, che ha minor rilevanza rispetto al comportamento motorio, considerando che informa sullo stato degli organi interni (Richard A. Schmidt & Timothy D. Lee, 2012).

Figura 1. Elementi del tipico sistema di controllo a circuito chiuso



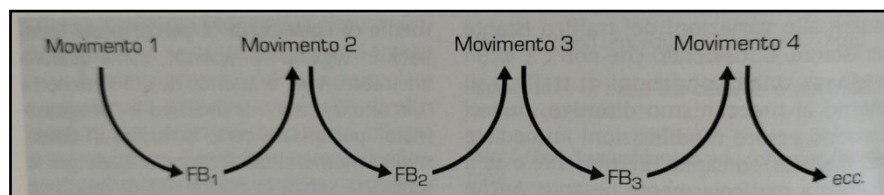
Nel sistema a circuito aperto invece il meccanismo direttivo e quello effettore possono essere considerati simili al sistema a circuito chiuso; tuttavia, il percorso del feedback è “tagliato” o “aperto”. Il direttivo invia certe istruzioni in determinati momenti all’effettore, il quale le trasporta senza che possano essere modificate nel caso in cui vi fosse qualche errore.

Secondo l’ipotesi della risposta a catena proposta dallo psicologo William James (1980), un movimento inizia con una contrazione muscolare generata da un segnale. Questa prima contrazione genera a sua volta un’informazione sensoriale (feedback prodotto dalla risposta). Questo feedback rappresenta l’innescò per la successiva contrazione nella catena. La seconda contrazione produce poi un proprio feedback prodotto dalla risposta, il quale innesca a sua volta una terza contrazione e così via (Figura 2). Questo modello è

appropriato tanto per i compiti seriali (avviare un'auto) quanto per quelli discreti (lanciare).

Nell'ipotesi della risposta a catena, dunque, non c'è alcun riferimento di correttezza rispetto al quale il feedback è confrontato, poiché il feedback serve solamente da innesco per l'azione successiva. Inoltre, i movimenti a circuito aperto non possono essere modificati nel caso in cui l'ambiente cambiasse (Richard A. Schmidt & Timothy D. Lee, 2012).

*Figura 2. L'ipotesi della catena di risposta*



### ***2.3 COME STIMOLARE LA MOTRICITA'***

Fattori genetici o ereditari assieme alla maggiore o minore partecipazione ad attività motorie interagiscono l'un l'altro e influenzano lo sviluppo motorio di un bambino. Affinché un bambino impari a muoversi adeguatamente, deve avere l'opportunità di esplorare fisicamente lo spazio che lo circonda, in modo tale da sviluppare consapevolezza e capacità di valutare l'interazione tra il proprio corpo e l'ambiente. Per questo i bambini manifestano, per esempio, il bisogno di correre, arrampicarsi, saltare; si tratta del modo naturale in cui i bambini imparano a conoscere il proprio corpo e stabiliscono una forma di controllo nei confronti del loro ambiente (Lisa A. Kurtz, 2006).

Inoltre, i bambini cui manca la motivazione a imparare, che non provano piacere nelle competizioni fisiche o la cui percezione sensoriale produce un feedback disorientante o addirittura spiacevole, possono non sviluppare un sufficiente desiderio di esercitare le abilità motorie (Lisa A. Kurtz, 2006).

Uno degli aspetti più importanti del crescere è imparare a diventare autonomi in tutte quelle attività che implicano il prendersi cura di sé, come mangiare, vestirsi, andare in bagno, lavarsi, prepararsi uno spuntino, rifare il letto e tutti gli altri piccoli compiti della vita quotidiana (Lisa A. Kurtz, 2006).

Ci sono alcuni fattori relativi all'ambiente familiare che possono avere un forte impatto sulla capacità di apprendimento del bambino, tra cui il livello di istruzione dei genitori, l'età, le abitudini di esercizio fisico, il reddito mensile della famiglia e la zona di residenza. Ricerche correlate hanno dimostrato che i genitori con livelli di istruzione più elevati avevano maggiori probabilità di avere figli con un migliore sviluppo motorio (Cheng et al., 2025).

Anche le abitudini di esercizio fisico dei genitori sono molto importanti per promuovere l'attività fisica dei figli, in quanto i genitori attivi sono più propensi a organizzare attività fisiche (Cheng et al., 2025). Pure l'età dei genitori si è dimostrata essere un fattore determinante in quanto si è notato che genitori più anziani tendono a prestare maggiore attenzione ai livelli di attività fisica e di conseguenza ad incoraggiare e stimolare maggiormente la motricità dei propri figli (Cheng et al., 2025).

Inoltre, il giocare con bambini più grandi rappresenta un'ulteriore opportunità per praticare e migliorare le proprie capacità motorie (Cheng et al., 2025).

Poter apprendere e mettere in pratica le abilità fisiche in un ambiente tranquillo e di supporto è fondamentale e garantisce che i bambini possano sperimentare le transizioni del movimento, come dalla posizione a pancia in giù al rotolamento, al gattonamento e alla camminata, senza stress o pressione per raggiungere un "traguardo" previsto.

È anche importante riconoscere che ogni bambino segue un ritmo interiore unico e che le competenze vengono acquisite quando sono pronti.

## **CAPITOLO 3**

### **ABILITA' GROSSO MOTORIE**

#### ***3.1 LE ABILITA' GROSSO-MOTORIE***

Nel 1983 lo studioso Williams ha definito lo sviluppo grosso-motorio come “l’uso progressivamente sempre più abile della totalità del corpo in un’attività che coinvolge ampi gruppi muscolari e che richiede la coordinazione spaziale e temporale del movimento simultaneo di vari segmenti corporei”.

La competenza grosso-motoria è spesso specificata come conoscenza di una serie di schemi di movimento fondamentali (ad esempio, lanciare, afferrare, correre) che sono idealmente apprese durante la scuola materna e primi anni di scuola. Queste rappresentano il fondamento per l’apprendimento e lo sviluppo di schemi motori più complessi (riferiti allo sport e all’attività fisica).

Le prime abilità grosso-motorie iniziano a svilupparsi intorno ai 6 mesi di età, quando i bambini iniziano a girarsi su sé stessi e a rotolare. A 12 mesi, i bambini iniziano a camminare e a muoversi in modo indipendente, e a 2 anni iniziano a correre e a saltare. A 3 anni, iniziano a sviluppare la capacità di arrampicarsi e di lanciare oggetti con precisione. A 4 anni, cominciano a saltare con entrambi i piedi e a giocare a giochi che richiedono coordinazione ed equilibrio.

Durante i successivi anni di vita, i bambini continuano a sviluppare e raffinare le loro abilità grosso-motorie. A 5 anni, iniziano a sviluppare la capacità di lanciare e di afferrare in modo più preciso e di partecipare a giochi sportivi con regole semplici. A 6 anni, iniziano a sviluppare la capacità di coordinare i movimenti del corpo in modo più preciso e di partecipare a giochi sportivi più complessi.

Inoltre, le abilità grosso-motorie sono strettamente legate allo sviluppo cognitivo e alla crescita emotiva dei bambini. Il loro sviluppo è importante per la coordinazione, l’equilibrio, la percezione spaziale e la capacità di risolvere problemi.

#### ***3.2 FUNDAMENTAL MOTOR SKILL (FMS)***

Le abilità grosso motorie rientrano tra le FMS, in quanto fondamentali per lo sviluppo completo di un individuo e per attività fisiche e sportive più complesse (Zhang et al., 2025).

Le FMS sono generalmente suddivise in 3 categorie: (1) abilità locomotorie (corsa, galoppo, salto, salto monopodalico e salto orizzontale), (2) abilità di controllo degli oggetti (colpo a due mani, rimbalzo stazionario, catturare, calciare, lancio da sopra e da sotto) e (3) abilità di stabilità che coinvolgono l'acquisizione e la capacità di mantenere l'equilibrio, sia statico che dinamico (torsioni, rotazioni) (Bolger et al., 2020).

I primi anni sono considerati un periodo critico nello sviluppo e nell'apprendimento delle abilità motorie fondamentali. Esse vengono spesso dimostrate dai bambini mentre giocano.

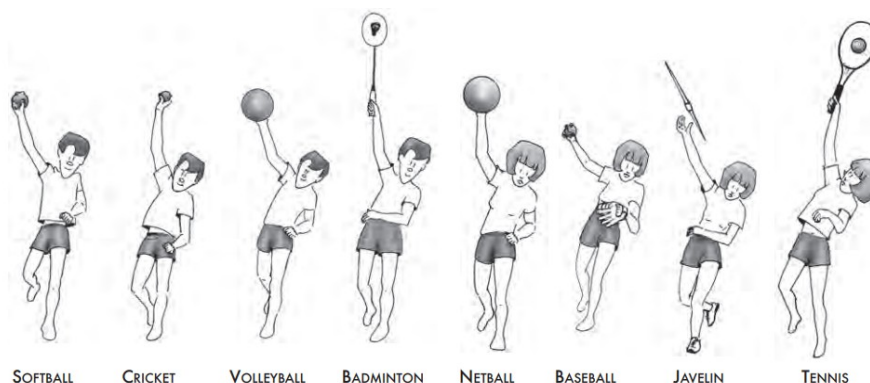
La maggior parte delle abilità utilizzate negli sport e nelle attività motorie sono versioni avanzate delle abilità motorie fondamentali. Ad esempio, il lancio nel softball e nel cricket, il lancio del baseball, il lancio del giavellotto, il servizio nel tennis e il passaggio con la spalla nel netball sono tutte forme avanzate del lancio dall'alto (Figura 3) (*Fundamental Motor Skills: Resource Kit for Classroom Teachers*, 2002).

Figura 3. Relazione tra FMS e abilità sport specifiche (lancio da sopra la testa)

Fundamental Motor Skill	Prep	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5
Catch	Introduced		Mastered			
Kick	Introduced			Mastered		
Run	Introduced		Mastered			
Vertical Jump	Introduced		Mastered			
Overhand Throw		Introduced			Mastered	
Ball Bounce		Introduced		Mastered		
Leap		Introduced		Mastered		
Dodge		Introduced		Mastered		
Punt			Introduced		Mastered	
Forehand Strike			Introduced			Mastered
Two-hand Side-arm Strike			Introduced			Mastered

È necessario, che a partire dall'infanzia, venga data l'opportunità di apprendere le abilità motorie essenziali da cui dipende l'apprendimento successivo. I momenti consigliati in cui queste competenze dovrebbero essere introdotte e acquisite dai bambini sono riportati nella tabella che segue (Figura 4) (*Fundamental Motor Skills: Resource Kit for Classroom Teachers*, 2002).

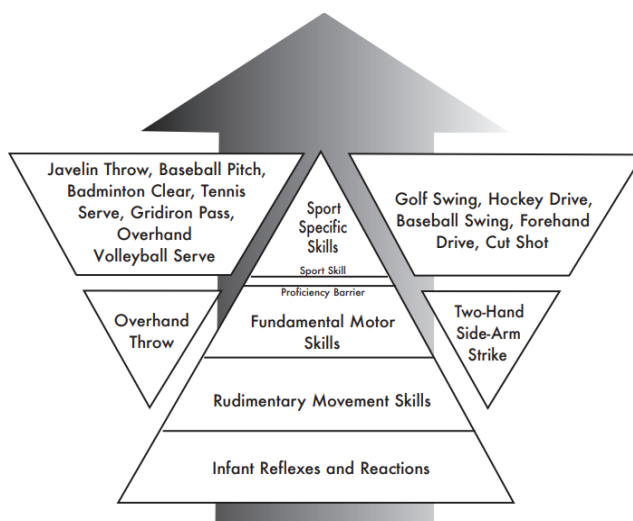
Figura 4. Livelli suggeriti per l'introduzione e la padronanza delle abilità motorie fondamentali essenziali



I bambini che non padroneggiano queste abilità sono meno capaci e spesso meno disposti a perseverare nel difficile compito di apprendere abilità motorie più complesse, ed eviteranno attività che li espongono al "fallimento pubblico". Questi bambini incontrano una barriera nelle competenze sportive e rifiutano la partecipazione all'attività fisica.

Il modo in cui le FMS influenzano lo sviluppo e la partecipazione all'attività sportiva può essere raffigurato e rappresentato come una piramide (Figura 5) (*Fundamental Motor Skills : Resource Kit for Classroom Teachers*, 2002).

*Figura 5. Effetti dell'insegnamento delle abilità motorie fondamentali sull'esecuzione di abilità specifiche dello sport*



### **3.3 TGMD-3 (TEST OF GROSS MOTOR DEVELOPMENT - THIRD EDITION)**

Il TGMD-3 è un test standardizzato per l'Italia che valuta lo sviluppo grosso-motorio in bambini di età compresa tra i 3 e gli 11 anni. Viene utilizzato per misurare la coordinazione del bambino durante un compito motorio, per identificare eventuali deficit

nello sviluppo grosso-motorio, intervenendo così per evitare conseguenze negative sugli sviluppi motorio, cognitivo, emotivo e sociale e infine può essere utile per evidenziare i punti di forza e debolezza del bambino sui quali progettare un intervento educativo mirato. Comprende 2 subtest, uno riguardante le abilità di locomozione e l'altro inerente alle abilità nel controllo della palla, in totale 14 item. Si eseguono due prove per ogni abilità motoria, assegnando il punteggio a ciascun criterio di prestazione per ciascuna prova. Se l'allievo esegue correttamente un criterio di prestazione, si assegna il punteggio 1; se invece non viene eseguito correttamente si registra il punteggio 0 (Figura 6).

Figura 6. Valutazione dell'item "Corsa"

ABILITÀ DI LOCOMOZIONE					
Abilità	Materiali	Istruzioni	Criteri di esecuzione	1°	2°
1. Corsa	15 m. di spazio libero e strisce tracciate col gesso o colorate per terra.	Stabilire le linee di partenza e di arrivo. Dare l'istruzione di correre il più veloce possibile da una linea all'altra.	1. Breve istante con entrambi i piedi sollevati dal suolo.	1	
			2. Braccia in opposizione alle gambe, gomiti piegati.	1	
			3. I piedi toccano terra seguendo una linea dritta.	1	
			4. La gamba che non sostiene il peso è piegata a 90°.	0	

Successivamente i punteggi delle singole abilità si sommano, al fine di registrare il punteggio grezzo totale per ciascun subtest. I punteggi grezzi totali dei due subtest vengono poi confrontati con i valori normativi e si ottengono i punteggi scalari di ciascun subtest (Figura 7).

Figura 7. Risultati dei sub test

Subtest	Punteggio grezzo	Età equivalente	Rango %ile	Punteggio scalare	Intervallo di confidenza al 95%	Livello in termini descrittivi	Differenza tra punteggi scalari
Abilità di locomozione	17	4-4	16	7	6-9	sotto la media	2
Abilità nel controllo della palla	13	3-4	5	5	4-8	al limite della compromissione e del ritardo	
				+			<input checked="" type="checkbox"/> Non importante ( $\leq 2$ ) <input type="checkbox"/> Evidenza criticità ( $\geq 3$ )
				=			
Somma dei punteggi scalari				12			

Questi, sommati e convertiti, consentono di ricavare l'Indice grosso-motorio (Figura 8), ovvero il punteggio globale che valuta lo sviluppo grosso-motorio del bambino. A ogni punteggio è associato un parametro descrittivo che permette di comprendere il livello di sviluppo grosso-motorio del bambino (Figura 9).

*Figura 8. Risultato globale*

Grosso-motorio	Somma dei punteggi scalari	Rango %ile	Indice grosso-motorio	Intervallo di confidenza al 95%	Livello in termini descrittivi
	12	5	76	70-85	al limite della compromissione e del ritardo

*Figura 9. Livelli in termini descrittivi*

PUNTEGGI SCALARI SUBTEST	1-3	4-5	6-7	8-12	13-14	15-16	17-20
Livello di sviluppo grosso-motorio in termini descrittivi	Compromesso o in ritardo	Al limite della compromissione o del ritardo	Sotto la media	Nella media	Sopra la media	Superiore	Molto avanzato
Indice grosso-motorio	< 70	70-79	80-89	90-109	110-119	120-129	> 129

### **3.4 GIOCO O ATTIVITA' STRUTTURATA?**

Lo Studio di Liu et al. (2025) è una revisione di più studi che ha avuto lo scopo di indagare l'efficacia del gioco attivo per lo sviluppo delle FMS piuttosto che con attività fisica strutturata. Il numero totale di partecipanti inclusi negli studi era di 2.201, con un'età compresa tra i 3 e i 6 anni. Come strumento di valutazione si è utilizzato il TGMD (nelle varie edizioni). I periodi di intervento andavano da 6 a 12 settimane, con una durata che variava dai 30 ai 60 minuti per sessione, con frequenza da 1 a 3 volte a settimana. Quello che si è constatato è che non c'è stata alcuna differenza significativa tra il gioco attivo e l'educazione fisica orientata allo sviluppo delle FMS.

Tuttavia, altri studi hanno considerato che anche altre abilità. Per esempio, il confronto di Li tra le arti marziali e il gioco attivo non strutturato ha mostrato che l'insegnamento delle arti marziali ha migliorato la destrezza manuale dei bambini della scuola materna più del gioco attivo non strutturato.

## **CAPITOLO 4**

### **ABILITA' MOTORIE FINI**

#### ***4.1 DEFINIZIONE***

Le abilità fino-motorie comprendono i movimenti delle mani e dei polsi. Richiedono precisione delle dita, coordinazione oculo-manuale e postura adeguata.

Esistono differenti definizioni di motricità fine in letteratura, ma la più accettata è “controllo circoscritto e coordinato della muscolatura distale di mano e dita” come definito da Bruininks et al. (2005). All'interno di questa definizione si possono distinguere due componenti: l'integrazione motoria fine, che corrisponde all'abilità di sincronizzazione mano-occhio, e la precisione motoria fine che può venire concettualizzata come l'abilità manuale “pura”, ovvero in assenza di una componente visivo-percettiva.

#### ***4.2 QUALI ATTIVITA' COMPRENDONO***

Le attività che riguardano le abilità motorie fine, seguendo la linea di sviluppo, sono le seguenti:

*0 - 6 mesi*

Usa entrambe le mani per raggiungere e afferrare.

Occasionalmente usa una mano.

*6 - 12 mesi*

Usa la presa a pinza con il pollice e l'indice

Trasferisce oggetti da una mano all'altra

*1-2 anni*

Raccoglie rapidamente oggetti piccoli usando una presa fine a pinza.

Gira due o tre pagine di un libro alla volta.

Tiene la matita a metà o in cima con tutta la mano o prova a impugnarla con il pollice e le dita.

Scarabocchi

Inizia a mostrare la mano preferita

*2 - 3 anni*

Inizia a tenere la matita vicino alla punta e usa la presa di pollice e dita.

Può girare le singole pagine in un libro.

Può ritagliare con le forbici giocattolo.

Mangia senza aiuto.

*3 - 4 anni*

Manipola il materiale di argilla (rolla una palla, fa serpenti, pancake).

Può costruire una torre di fino a dieci blocchi usando entrambe le mani in modo cooperativo.

Può usare la matita con una presa e controllo adeguati, come un adulto, e può copiare cerchi.

*4 - 5 anni*

Può disegnare quadrati, scrivere i numeri da 1 a 5 e copiare le lettere.

Si veste e si sveste in modo indipendente.

### ***4.3 MOTRICITA' FINE E APPRENDIMENTO SCOLASTICO***

La motricità fine ha dimostrato di essere un forte predittore della preparazione dei bambini all'ingresso della scuola primaria, inoltre è correlata all'adattamento scolastico e al comportamento sociale durante la transizione da scuola materna alla scuola primaria (Bozza et al.).

#### ***La mano nella scrittura***

Considerando come nella società odierna si è sempre più immersi nella tecnologia, si è constatato un aumento delle difficoltà nella capacità di scrivere in maniera organizzata. Un eccessivo utilizzo di mezzi tecnologici può condurre alla perdita delle abilità motorie fini, che invece il bambino dovrebbe incrementare quotidianamente con le attività manuali attraverso il gioco. È importante sviluppare la motricità fine sin dalla Scuola dell'Infanzia perché è alla base di una buona preparazione per la Scuola Primaria (Grissmer et. al., 2010). Infatti, alcuni studi (Cratty, 1985), sottolineano che "I giochi motori favoriscono la riduzione della pigrizia e conducono soggetti più lenti a migliori livelli di apprendimento. Il totale movimento del corpo delinea la sintesi dell'azione simultanea delle facoltà visive, tattili, uditive e cinestetiche". La scrittura a mano è un'abilità motoria percettiva, invero una corretta calligrafia richiede capacità motorie, percezione visiva, integrazione e maturazione cognitiva e viene acquisita attraverso processi di apprendimento procedurale. Lo sviluppo della motricità fine favorisce l'incremento della concentrazione, e successivamente anche dell'acquisizione dell'autostima e la sicurezza in sé stesso. Tutte queste competenze cognitive ed emotive sono la base per poter sviluppare quelle abilità

che consentiranno ai bambini di raggiungere una serie di obiettivi scolastici (Valentini Giulia Pierro, 2023).

### ***Rendimento in matematica***

L'apprendimento della matematica da sempre risulta essere una delle difficoltà maggiori. La matematica può essere resa più semplice e comprensibile per tutti gli alunni, mediante il movimento, il gioco e la manipolazione degli oggetti. Per esempio, il bambino quando gioca con i sassi e i bottoni sta imparando a conoscere la base dei concetti quali il numero e lo spazio, il raggruppamento degli elementi secondo le diverse forme e misure. Questo è stato confermato anche dalle ricerche di Suggate et al. (2017), effettuate in Germania, che hanno sottolineato come le esperienze multisensoriali con i numeri contribuiscono ad un maggiore apprendimento, e gli alunni in età prescolare con maggiore abilità motorie fini sono in grado di rappresentare meglio i numeri con le dita. Si deduce che nei bambini in età prescolare esiste un collegamento tra abilità motorie fini e cognizione numerica.

Pitchford et al. (2016) hanno condotto a Nottingham uno studio in cui hanno valutato le relazioni tra abilità motorie fini e le abilità di lettura e matematica in un gruppo di alunni del primo anno della Scuola Primaria, provenienti da ambienti con basso stato socioeconomico. Dai risultati si evince come un intervento precoce di alfabetizzazione nazionale abbia effetti positivi nell'acquisizione delle abilità di lettura e confermano che le abilità motorie fini sono maggiormente correlate all'apprendimento precoce della matematica rispetto alla capacità di lettura precoce. In tali indagini non sono emerse differenze nello sviluppo delle abilità motorie fini nel campione dei bambini e delle bambine.

Lo studio di Akin (2019), svolto in Turchia, ha dimostrato che il gruppo sperimentale che ha ricevuto, precedentemente, un programma di intervento basato sull'educazione fisica per piccoli gruppi muscolari ha portato a dei miglioramenti nell'integrazione e nella precisione motoria fine, nella destrezza manuale e nella capacità di coordinazione degli arti superiori rispetto al gruppo di controllo. Quindi è possibile stabilire come sia fondamentale la preparazione mediante programmi di educazione fisica per poter ottenere miglioramenti nella destrezza manuale.

### ***4.4 ATTIVITA' MOTORIA E FUNZIONI ESECUTIVE***

Le funzioni esecutive (EF) comprendono tutti quei processi che regolano i comportamenti e sono controllate dalla corteccia prefrontale, la quale è deputata alla pianificazione, controllo degli impulsi, memoria di lavoro e regolazione delle emozioni.

Le EF fondamentali sono la flessibilità cognitiva, l'inibizione (autocontrollo, autoregolazione) e la memoria di lavoro.

Le funzioni esecutive più complesse includono la risoluzione dei problemi, il ragionamento e la pianificazione. Continuano a predire la competenza in matematica e lettura durante tutti gli anni scolastici; perciò, per migliorare la preparazione scolastica e il successo accademico, è fondamentale mirare alle funzioni esecutive (Diamond & Lee, 2011).

Nella review di Diamond & Lee (2011) si fa riferimento a degli interventi che hanno dimostrato portare dei miglioramenti nelle funzioni esecutive nei bambini/ragazzi.

Ci sono prove scientifiche che supportano sei approcci per migliorare le funzioni esecutive negli anni scolastici iniziali.

Tra questi citiamo l'esercizio aerobico, il quale migliora notevolmente la funzione della corteccia prefrontale e le funzioni esecutive. La corsa aerobica (con esercizi che diventano più impegnativi nel tempo) si è dimostrata migliorare la flessibilità cognitiva e la creatività dei bambini di 8-12 anni, in modo significativamente maggiore rispetto all'educazione fisica standard.

In un altro studio (Davis et al.) hanno preso in considerazione dei bambini sedentari e sovrappeso di età compresa tra i 7 e gli 11 anni e hanno fatto fare loro 20 minuti/giorno o 40 minuti/giorno di giochi aerobici di gruppo (giochi di corsa, salto con la corda, basket e calcio), con un'enfasi sul divertimento e sull'intensità, non sulla competizione o sul miglioramento delle abilità. Solo il gruppo aerobico ad alta dose ha mostrato miglioramenti nelle EFs e in matematica, rispetto ai gruppi di controllo non sottoposti a trattamento.

Nella loro review Diamond & Lee citano anche un ulteriore studio in cui bambini di 7-9 anni sono stati assegnati casualmente a 2 ore di allenamento fisico al giorno per l'anno scolastico (attività aerobica per 70 minuti, seguite da sviluppo delle abilità motorie) o a nessun trattamento. I risultati hanno constatato che coloro che hanno ricevuto l'allenamento fisico hanno mostrato un miglioramento maggiore nella memoria di lavoro rispetto ai controlli, il che era particolarmente evidente quando le richieste della memoria di lavoro erano maggiori.

Un altro approccio è stato quello con le arti marziali, le quali pongono l'accento sul controllo di sé, sulla disciplina (controllo inibitorio) e sullo sviluppo del carattere. I bambini che hanno seguito un training di tae-kwon-do hanno mostrato guadagni maggiori rispetto ai bambini nell'educazione fisica standard in tutte le dimensioni delle funzioni esecutive. Ci sono stati miglioramenti anche nel calcolo mentale (che richiede memoria di lavoro). I guadagni sono stati maggiori per i bambini più grandi (classi 4<sup>^</sup> e 5<sup>^</sup>), minori per i più piccoli, e maggiori per i ragazzi rispetto alle ragazze.

Si è riscontrato che anche lo yoga (che richiede allenamento fisico, rilassamento e consapevolezza sensoriale) ha migliorato le funzioni esecutive di ragazze di età compresa tra i 10 e 13 anni, con miglioramenti più evidenti quando le richieste delle funzioni esecutive erano maggiori.

## **CAPITOLO 5**

### **CAPACITA' COORDINATIVE**

#### ***5.1 COORDINAZIONE***

La coordinazione è la capacità di organizzare, regolare, controllare il movimento del corpo nello spazio e nel tempo al fine di raggiungere un obiettivo.

L'esatta coordinazione di un movimento implica l'adattamento della forza e della durata delle contrazioni dei muscoli agonisti e sinergici, la perfetta regolazione delle contrazioni simultanee e successive, il corrispondente rilassamento dei muscoli agonisti e la correzione permanente della precisione del movimento mediante il gioco dei riflessi regolatori dell'equilibrio (Zoja, 2004). La coordinazione richiede l'elaborazione delle informazioni sensoriali provenienti dall'ambiente circostante, in modo da poter modulare i movimenti in base alle richieste ambientali stesse.

Studi longitudinali evidenziano come il disturbo di sviluppo della coordinazione motoria non sia solo un disturbo del movimento: alle difficoltà di coordinazione motoria, evidenziabili già in età prescolare, si associano spesso difficoltà cognitive e disturbi comportamentali, che ostacolano l'apprendimento e complicano il quadro clinico nel corso dello sviluppo. In particolare, questi bambini tendono a sviluppare, in adolescenza, complicanze psicopatologiche di tipo internalizzante.

#### ***5.2 ABILITA' E CAPACITA'***

##### ***Abilità***

È necessario fare una netta distinzione tra abilità e capacità. Secondo Hirtz (1981) le abilità (*skills*) sono componenti automatizzate che vengono consolidate esercitandole ripetutamente e che si svolgono automaticamente.

Anche Rubinstein dà il proprio contributo in merito, definendo le abilità motorie come delle azioni che si sono consolidate mediante l'esercizio ripetuto, e che in parte si svolgono automaticamente. In quest'ottica, in un'abilità motoria la coordinazione è talmente perfezionata e consolidata che il compito viene svolto con grande sicurezza.

##### ***Capacità***

Le capacità rappresentano "l'equipaggiamento" che una persona ha a disposizione, determinando se un dato compito motorio può, o meno, essere eseguito bene o male (Richard A. Schmidt & Timothy D. Lee, 2012). Gundlach (1967) distingue le capacità

motorie in capacità condizionali e capacità coordinative. Le capacità condizionali dipendono soprattutto dai processi di produzione dell'energia, mentre le capacità coordinative sono determinate dai processi di controllo e di regolazione dei movimenti. Per cui le capacità di forza, resistenza e di rapidità fanno parte delle capacità condizionali mentre la capacità di abbinamento, di orientamento, di differenziazione, di equilibrio, di reazione, di trasformazione, di ritmo, di controllo e apprendimento motorio rientrano tra le capacità coordinative.

### **5.3 CAPACITA' COORDINATIVE**

Secondo Hirtz le capacità coordinative sono presupposti essenziali della prestazione, strettamente collegati alle abilità motorie.

Secondo la psicologia, le capacità coordinative sono determinate dai processi di controllo del movimento, che rendono più o meno capace un soggetto di esercitare con successo determinate attività motorie e sportive (Dietrich D. Blume, 1981).

Le capacità coordinative si fondano sul ricavare informazioni ed elaborarle per attivare il controllo motorio del movimento, che è espressione dell'attività percettiva deputata agli organi di senso, che comprendono l'analizzatore ottico, acustico, tattile, cinestesico e dell'equilibrio (Richard A. Schmidt & Timothy D. Lee, 2012).

Una capacità coordinativa non si presenta mai isolata ma più capacità, strettamente collegate fra di loro, agiscono come un complesso. Inoltre, il livello di sviluppo delle capacità coordinative che un soggetto possiede, ne determina l'acquisizione delle abilità motorie. Infatti, nell'apprendimento di quest'ultime, si ha anche un aumento del livello delle capacità coordinative. In un'abilità sono sempre importanti più, e diverse, capacità coordinative, ma con un diverso grado di prevalenza (Dietrich D. Blume, 1981).

Blume identifica 7 capacità coordinative:

#### *Capacità di abbinamento dei movimenti*

È la capacità di coordinare opportunamente tra di loro segmenti del corpo, ed in relazione al movimento globale del corpo. Riguarda l'effettuare, per esempio, in maniera continua e simultanea slanci, circonduzioni degli arti superiori durante la deambulazione, la corsa, il salto.

#### *Capacità di orientamento*

Capacità di determinare e variare la posizione e i movimenti del corpo nello spazio e nel tempo in riferimento a un campo d'azione definito e/o a un oggetto in movimento. Questa

capacità entra in gioco quando vengono effettuati cambiamenti di posizione, generalmente molto rapidi, con rotazioni del corpo intorno all'asse trasversale, longitudinale e sagittale. La posizione e il movimento del capo hanno un effetto determinante sull'orientamento, perché l'analizzatore ottico e quello vestibolare forniscono informazioni importanti per il controllo motorio.

#### *Capacità di differenziazione*

Capacità di arrivare a una precisione tra singole fasi del movimento, che si esprime attraverso una grande economia di movimenti. Fondamentale risulta essere l'esperienza motoria e il grado di padronanza del relativo atto motorio, perché solo essi permettono di percepire le differenze più sottili tra esecuzione del movimento reale e l'esecuzione ideale dello stesso.

Perciò questa capacità assume notevole importanza nelle fasi di perfezionamento di un determinato movimento sportivo.

Il senso dell'acqua, o acquaticità, è un'espressione tipica delle capacità di differenziazione, così come anche i movimenti fini delle mani o dei piedi possono essere intesi come un aspetto della capacità di differenziazione.

#### *Capacità di equilibrio*

Capacità di mantenere tutto il corpo in condizioni di equilibrio. Questo è basato prevalentemente sull'elaborazione delle informazioni provenienti dall'analizzatore cinestesico e tattile, e in parte dall'analizzatore vestibolare e ottico. Invece nei cambiamenti molto ampi della posizione del corpo e nelle sue rotazioni, le informazioni vestibolari predominano.

La capacità di equilibrio è fondamentale per molte attività motorie-sportive. Più precisamente l'equilibrio statico è la base essenziale per tutte le azioni motorie, che siano eseguite in posizione eretta (correre), in posizione orizzontale (nuoto) o in posizioni a testa in giù (ginnastica artistica).

#### *Capacità di reazione*

Capacità di iniziare ed eseguire rapidamente, in risposta ad un segnale, azioni motorie adeguate allo scopo e di breve durata. si concretizza nel reagire nel momento più opportuno e con velocità adeguata rispetto al compito motorio.

Si basa sulla percezione corretta delle informazioni che vengono dall'ambiente, sulla precisione dell'elaborazione degli stimoli ricevuti, sulla scelta corretta dell'azione motoria più adeguata.

La capacità di reazione è strettamente collegata alla capacità di trasformazione, alla rapidità del movimento.

#### *Capacità di trasformazione*

Capacità, mentre si svolge un'azione, di adattarla o continuarla in maniera del tutto diversa. Quanto più ricche sono le esperienze motorie, tanto maggiori saranno le possibilità di adattamento. Si manifesta in stretto collegamento con la capacità di orientamento e con la capacità di reazione.

#### *Capacità di ritmo*

Capacità di intuire un ritmo imposto dall'esterno e di riprodurlo, quindi realizzare nella propria azione motoria il ritmo interiorizzato.

### **5.4 ESPRESSIONE GENERALE E SPECIFICA DELLE CAPACITÀ COORDINATIVE**

Nell'educazione fisica il livello individuale d'espressione delle capacità coordinative determina la formazione delle abilità motorie generali e specifiche.

Ogni individuo sano dispone di un livello generico di capacità di equilibrio, di capacità di reazione o di capacità di orientamento. Tuttavia, per arrivare a prestazioni sportive, è necessario lavorare su aspetti specifici della capacità di equilibrio.

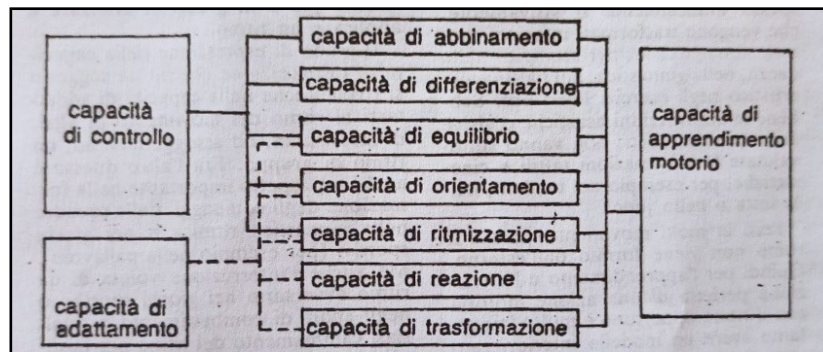
È possibile dunque affermare che nella loro espressione generale le capacità coordinative devono essere considerate un presupposto per tutti i settori dell'attività motoria, ma le esigenze specifiche richiedono l'addestramento di aspetti specifici delle capacità coordinative.

#### ***Apprendimento motorio***

Come già accennato in precedenza, le capacità dell'uomo si presentano sempre come un insieme. Questo vale anche per la capacità di apprendimento motorio, che viene definita da Dietrich D. Blume (1981) come un insieme complesso di capacità coordinative (figura 10). Invece, Herzberg definisce la capacità di apprendimento motorio come una condizione necessaria per l'acquisizione dei più svariati processi motori in diversi sport.

Per esempio, è chiaro che la capacità di apprendimento motorio di un pallavolista dipende dalla sua capacità di orientamento, di reazione e di trasformazione, mentre per una ginnasta predominano la capacità di abbinamento, di ritmo e di equilibrio.

Figura 10. Schemi di insieme della capacità di controllo e di adattamento



### 5.5 LO SVILUPPO DELLE CAPACITA' COORDINATIVE IN ETA' PRESCOLARE

Negli ultimi tempi, c'è stata una crescente preoccupazione riguardo ai bambini in età prescolare che conducono vite sedentarie, il che potrebbe avere un impatto negativo sulla loro competenza motoria, forma fisica e controllo inibitorio. Quest'ultimo rappresenta un aspetto cruciale dello sviluppo cognitivo. Si riferisce infatti alla capacità di sopprimere le risposte impulsive e di regolare il comportamento, che è essenziale per il successo accademico e le interazioni sociali (Başarir et al., 2025).

Si è riscontrato che l'esercizio di coordinazione può migliorare la memoria di lavoro, le risorse attentive, la percezione visuo-spaziale e il tempo necessario per il processamento neurocognitivo. Ciò può essere spiegato dal fatto che si verifica un ispessimento delle sinapsi in importanti regioni del cervello, come il cervelletto (Başarir et al., 2025).

L'allenamento basato sulla coordinazione, caratterizzato da compiti che richiedono un controllo preciso dei movimenti del corpo e della coordinazione spazio-temporale, ha contribuito in modo significativo allo sviluppo delle competenze motorie nei bambini.

Le evidenze indicano che gli allenamenti basati sulla coordinazione hanno un impatto positivo sulla salute cerebrale dei bambini e degli adulti più anziani.

Le recenti evidenze evidenziano anche un ruolo importante per l'allenamento basato sulla coordinazione nel migliorare le prestazioni accademiche. La performance cognitiva sembra

essere influenzata dall'allenamento per la coordinazione bilaterale, mostrando benefici anche dopo brevi periodi di esercizio, in particolare in compiti che coinvolgono la funzione esecutiva.

Nello studio di Başarır et al. si sono indagati gli effetti di un programma di allenamento basato sulla coordinazione sulla competenza motoria, sulla forma fisica e sulle funzioni cognitive, specialmente nei bambini in età prescolare.

Sono stati reclutati un totale di 51 partecipanti, 24 femmine e 27 maschi, di età compresa tra i 5 e 6 anni, frequentanti una scuola materna in Turchia. I partecipanti sono stati assegnati casualmente al gruppo d'intervento (26), a cui è stato somministrato il programma di allenamento, e al gruppo di controllo (25).

Nella prima sessione si sono raccolti dati relativi a:

- 1) descrizione delle proprie caratteristiche con l'aiuto dei genitori
- 2) misure antropometriche
- 3) *Go/No-Go test*, protocollo usato per misurare il controllo inibitorio nei bambini piccoli.

Nel compito *Go/No-Go*, i bambini sono stati istruiti a rispondere allo stimolo "go" (prendere pesci) premendo lo schermo e di trattenere la loro risposta allo stimolo "no-go" (evitare gli squali). Poiché la maggior parte dei trial consisteva in stimoli "go" (80% pesci), si è creata una forte tendenza a rispondere, e dovevano inibire la loro risposta ai trial "no-go" (20% squali). Le prove pratiche erano formate in 5 blocchi di prove di "cattura pesci", 5 blocchi di prove di "evitare squali" e poi un blocco misto di 10 prove. Dopo una breve pausa, il compito è stato completato con 75 prove di stimolo suddivise in tre blocchi di test (ciascuno contenente 25 prove della durata di 1 minuto).

- 4) KTK3 (test di competenza motoria) + test battery, usato per la misurazione della coordinazione grosso motoria.

Gli elementi del test KTK3+ sono: equilibrio all'indietro (BB), movimento laterale (MS), salto laterale (JS) e compito di coordinazione mano-occhio (EHC). A questi è stato aggiunto anche un compito di lancio e ricezione.

La seconda sessione ha avuto la durata di otto settimane, in cui i bambini del gruppo di intervento hanno partecipato a due sessioni di 25 minuti a settimana.

I partecipanti hanno svolto i seguenti test:

- a) *Countermovement jump test*

È stato chiesto ai partecipanti di saltare il più in alto possibile, aiutandosi con l'utilizzo delle braccia, utilizzando un accelerometro per misurare il salto verticale, con una pausa di 30 secondi tra le due prove.

b) *Balance performance test*

È stata utilizzata una piattaforma mobile che offre un allenamento interattivo, MiniBoard, che è un attrezzo in legno robusto progettato per aumentare la complessità delle sfide di equilibrio ed è in grado di inclinarsi in più direzioni o in direzioni opposte.

Durante l'uso della tavola sono stati esaminati i partecipanti nello svolgere due compiti.

Nel primo è stato richiesto di tenere la palla ferma in una posizione specifica mostrata sullo schermo per 30 secondi; durante questo, il MiniBoard poteva inclinarsi di circa 10° in tutte le direzioni (equilibrio statico). Nella seconda attività, il partecipante ha dovuto spostare la palla in una nuova posizione specificata mantenendo l'equilibrio sulla MiniBoard (bilanciamento dinamico).

c) *Pro-agility test*

I marker sono stati posizionati a 5 yard (4,57 m) a sinistra e a destra della linea di partenza sul percorso. Alla partenza è stata installata una fotocellula per tenere traccia del numero di volte che è stato effettuato il passaggio. Quando erano pronti, hanno attraversato la linea di partenza, toccato il marcatore a destra e poi toccato il marcatore a sinistra per completare il test. Sono stati effettuati due prove di misurazione, con una pausa di 3 minuti tra una e l'altra.

*Risultati*

Il programma di allenamento basato sulla coordinazione applicato al gruppo di esercizio ha portato a miglioramenti significativi nell'agilità, nel salto verticale, nell'equilibrio dinamico e nel tempo di reazione, che è un indicatore del controllo dell'inibizione. Questi risultati dimostrano che l'allenamento basato sulla coordinazione migliora la forma fisica e la competenza motoria dei partecipanti in vari aspetti e indicano che gli allenamenti basati sulla coordinazione sono particolarmente efficaci in alcune aree di abilità e portano a miglioramenti maggiori rispetto a coloro che non effettuano gli allenamenti. Tuttavia è stato dimostrato che ci sono stati miglioramenti in alcune variabili di fitness fisico, competenza motoria e controllo inibitorio nei bambini del gruppo di controllo, con il solo programma standard di attività fisica.

Si ritiene che variabili acute come l'intensità dell'esercizio, la durata e la frequenza debbano essere considerate nel processo di interpretazione di studi simili, in quanto l'allenamento basato sulla coordinazione non ha determinato una differenza significativa nello sviluppo della forma fisica, della competenza motoria e delle funzioni esecutive, considerando che l'allenamento è stato progettato per due giorni a settimana. Pertanto, si pensa che aumentare la frequenza dell'esercizio (4-5 giorni a settimana) possa contribuire a miglioramenti più significativi.

## CAPITOLO 6

### ATTIVITA' MOTORIA E ADHD

#### *(Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder)*

##### **6.1 NEUROBIOLOGIA DELL'ADHD**

Il disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ADHD) è il disturbo neurocomportamentale più comune nei bambini (Thapar e Cooper, 2016). Le principali caratteristiche dell'ADHD sono la disattenzione, l'iperattività, l'impulsività e l'inibizione, le quali influenzano il comportamento e la funzione esecutiva dei bambini (Gapin e Etnier, 2010).

Si pensa che i fattori genetici giochino un ruolo importante nell'etologia dell'ADHD. I più studiati sono le variazioni genetiche nel recettore della dopamina D4 (Swanson et al., 2000, 1998) e nel trasportatore della dopamina (DAT1) (Gill et al., 1997).

Una revisione di tutti gli studi genetici molecolari sull'ADHD dal 1991 al 2004 ha concluso che ci sono associazioni significative per quattro geni nell'ADHD: i recettori della dopamina D4 e D5, e i trasportatori della dopamina e della serotonina (Bobb et al., 2006). Inoltre, ci sono prove statisticamente significative di associazione con i geni DBH, HTR1B e SNAP-25 (Faraone et al., 2005).

Gli studi di *imaging* hanno delineato cambiamenti anatomici macroscopici nelle dimensioni cerebrali associati all'ADHD.

La scoperta più consistente è una riduzione generale delle dimensioni totali del cervello che persiste nell'adolescenza (Castellanos et al., 2002) e dimensioni ridotte di diverse regioni cerebrali (Hynd et al., 1993, 1990, 1991) inclusi il nucleo caudato, la sostanza bianca della corteccia prefrontale, il corpo calloso e il vermis cerebellare.

##### **6.2 ADHD E CATECOLAMINE**

I bambini con ADHD presentano deficit sia nella funzione esecutiva che nelle abilità motorie. Studi hanno anche dimostrato che l'attività fisica può alleviare significativamente l'ansia, la depressione, il comportamento aggressivo, oltre a migliorare l'atteggiamento e i problemi sociali nei bambini con ADHD (Zang, 2019).

La corteccia prefrontale (PFC) è una regione di importanza centrale per il controllo attenzionale e inibitorio e per la memoria di lavoro (Arnsten, 2009; Cohen et al., 2002).

Numerosi studi hanno dimostrato anomalie neurochimiche e neuroanatomiche nella PFC nei cervelli di individui con ADHD (Arnsten, 2009).

In questo disturbo è presente una disregolazione della dopamina, la quale è fondamentale per il funzionamento della corteccia prefrontale (Cohen et al., 2002). Si crede che la corteccia prefrontale e i sistemi dopaminergici interagiscano come una rete regolata associata al controllo cognitivo e comportamentale (figura 11). Gli studi sperimentali hanno scoperto che i livelli di dopamina nella corteccia prefrontale aumentano durante l'esecuzione di compiti di memoria operativa e che il blocco dei recettori della dopamina nella corteccia prefrontale crea deficit di memoria operativa (Durstewitz et al., 1999). Poiché gli individui con ADHD mostrano frequentemente deficit di memoria operativa, i risultati di questi studi suggeriscono che una disregolazione dei livelli di dopamina all'interno della corteccia prefrontale potrebbe spiegare alcuni dei deficit cognitivi associati all'ADHD.

Un'altra importante catecolamina ritenuta responsabile della modulazione del funzionamento cognitivo nella corteccia prefrontale è la norepinefrina, che è coinvolta nella regolazione dell'attenzione, nella memoria di lavoro e nell'inibizione comportamentale (Arnsten, 2000; Arnsten & Casey, 2011). Insieme alla dopamina, si sospetta che il sistema noradrenergico sia coinvolto nella fisiopatologia dell'ADHD, poiché basse concentrazioni di norepinefrina nella corteccia prefrontale sono state associate a compromissioni nella memoria di lavoro e nel funzionamento esecutivo (Arnsten, 2000; Pliszka et al., 1996).

Similmente ai farmaci stimolanti, gli effetti fisiologici dell'esercizio sembrano aumentare i livelli di dopamina e norepinefrina, impattando anche sul funzionamento cognitivo e sul tono dell'umore (Ma, 2008; Rethorst et al., 2009).

L'esercizio fisico aumenta anche i livelli di serotonina e delle endorfine, modulando così anche il comportamento aggressivo e iperattivo.

### ***6.3 ADHD E FUNZIONI ESECUTIVE***

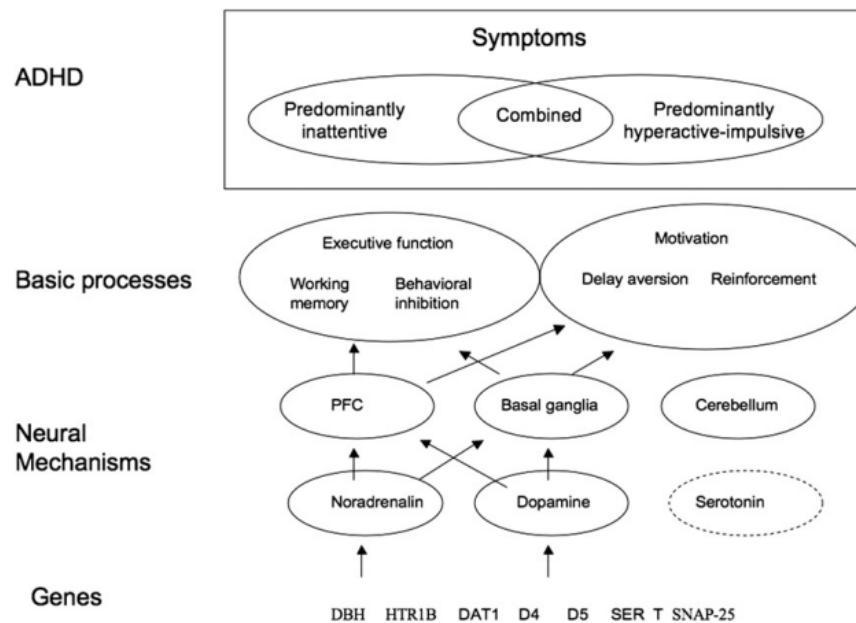
I bambini con ADHD spesso sperimentano difficoltà nel funzionamento esecutivo (ad esempio, la memoria di lavoro), nell'inibizione comportamentale, nell'attività orientata agli obiettivi e nella regolazione emozionale. Queste sono aree problematiche che si è scoperto migliorino con l'esercizio fisico acuto.

L'esercizio fisico può essere vantaggioso nella gestione dei sintomi dell'ADHD poiché gli effetti fisiologici dell'attività fisica influenzano gli stessi sistemi catecolaminergici che i farmaci stimolanti per l'ADHD mirano a colpire (Tomporowski et al., 2008).

Uno studio recente (Verrete et al., 2012) ha utilizzato un programma di attività fisica della durata di 10 settimane, comprendente periodi di 45 minuti di esercizio da moderato a intenso per 3 volte a settimana, portando a un miglioramento dell'attenzione, dei problemi di pensiero e del comportamento sociale nei bambini con ADHD. Questo programma di attività fisica ha anche migliorato le abilità locomotorie, che possono essere compromesse nei bambini con ADHD.

Recentemente Lambourne e Tomporowski (2010) hanno dimostrato che, indipendentemente dal tipo di attività fisica, le prestazioni cognitive degli individui migliorano oltre i livelli pre-esercizio quando vengono testati dopo 20 minuti di esercizio. Si pensa che l'aumento dell'eccitazione e del flusso sanguigno nella corteccia prefrontale durante l'esercizio aumenti i processi cognitivi per facilitare le prestazioni su compiti che valutano le funzioni esecutive, ovvero elaborazione delle informazioni, velocità di risposta e decisione. Similmente ai farmaci stimolanti, i processi cognitivi e i comportamenti ritornano ai livelli pre-esercizio una volta che gli effetti indotti dall'esercizio sul sistema nervoso centrale non sono più sostenuti; tuttavia, le prestazioni cognitive e la memorizzazione e il recupero della memoria possono essere potenziati durante il periodo post-esercizio fino a quando gli effetti dell'eccitazione indotta dall'esercizio svaniscono (Lambourne & Tomporowski, 2010). È durante questo periodo di eccitazione che i processi di memoria possono essere alterati dall'esercizio per facilitare la ritenzione delle informazioni e l'acquisizione per imparare in risposta a stimoli nuovi. Teoricamente, gli effetti cumulativi dell'apprendimento acquisito attraverso ripetuti episodi di esercizio possono, nel tempo, influenzare cambiamenti più stabili nei processi cognitivi (Pesce, 2009). Risulta comunque necessario progettare e attuare studi sistematici e accurati per identificare i parametri specifici dell'esercizio (ad esempio, tipo, durata, intensità, frequenza) che producono i migliori risultati; per meglio definire la finestra temporale post-esercizio di miglioramento del funzionamento; e per identificare i meccanismi biochimici alla base dei miglioramenti funzionali specifici, incluso il reale ruolo del metabolismo alterato delle catecolamine.

Figura 11. Illustrazione della relazione tra i livelli di organizzazione



#### 6.4 ADHD E ABILITA' MOTORIE (Wang et al., 2024)

Rispetto ai coetanei tipicamente sviluppati, i bambini con ADHD mostrano un ritardo di circa due anni nello sviluppo delle abilità motorie. I bambini con ADHD spesso sperimentano difficoltà sia nelle abilità motorie grossolane che in quelle fini. Lo sviluppo ritardato delle abilità motorie grossolane può portare a goffaggine e mancanza di coordinazione nelle attività quotidiane e può portare a una riluttanza a partecipare ad attività a causa di bassa autostima, il che influisce ulteriormente sulle loro prestazioni. Questo può influenzare negativamente le loro capacità sociali, le relazioni tra pari e la salute fisica e mentale complessiva.

Studi recenti si sono concentrati sulle abilità motorie dei bambini con ADHD, suggerendo che miglioramenti nelle abilità motorie possono contribuire anche al miglioramento dei sintomi in altre aree.

Sebbene i farmaci possano migliorare i sintomi nei bambini con ADHD, i loro effetti collaterali sono notevoli, spingendo un numero sempre maggiore di ricercatori a esplorare alternative non farmacologiche.

Lo studio di Wang et al. (2024) ha fornito una valutazione completa dell'impatto a lungo termine degli esercizio sulle abilità motorie in questa popolazione, tenendo in

considerazione l'influenza di più fattori, quali tipo di esercizio, frequenza, durata, criteri diagnostici e categorie di abilità motorie. L'obiettivo è fornire raccomandazioni basate su prove per la pratica clinica, evidenziando in particolare il potenziale dell'esercizio a lungo termine per facilitare miglioramenti significativi e sostenuti nelle abilità motorie per i bambini con ADHD.

Sono stati inclusi 9 studi, per un totale di 312 bambini con ADHD coinvolti, di età compresa tra i 6 e 14 anni, che sono stati suddivisi in un gruppo di intervento e in un gruppo di controllo. L'analisi è stata condotta sul tipo di esercizio, sulla durata dell'intervento, sulla frequenza dell'esercizio, sui metodi diagnostici e sui tipi di abilità motorie.

Le tipologie di esercizio sono state classificate in "metodi di esercizio tradizionali" e "metodi di esercizio innovativi" ed entrambi hanno mostrato effetti statisticamente significativi. La durata dell'esercizio è stata classificata in "3-6 settimane" e "8-12 settimane" ed entrambi hanno mostrato effetti statisticamente significativi. La frequenza è stata classificata in "1-2 volte a settimana" e "3 volte a settimana". Il gruppo "3 volte a settimana" ha dimostrato un effetto statisticamente significativo.

I metodi diagnostici sono stati classificati in "DSM-IV", "ICD-10" e "diagnosi clinica". Solo il gruppo DSM-IV ha mostrato effetti statisticamente significativi.

Le abilità motorie sono state classificate in "Abilità fini", "Abilità grossolane," e "Miste,". Il gruppo delle "Abilità fini" ha mostrato un effetto statisticamente significativo così come il gruppo delle "Abilità grossolane".

Lo studio ha constatato che l'esercizio fisico può migliorare le abilità motorie nei bambini con ADHD. L'attività fisica ha un effetto più benefico sulle abilità motorie dei bambini con ADHD rispetto ai bambini con sviluppo tipico.

I risultati indicano che il tipo di esercizio, la durata dell'intervento di esercizio e la frequenza dell'esercizio non sono moderatori significativi. Sia i tipi di esercizio tradizionali che quelli nuovi sono risultati migliorare le abilità motorie dei bambini con ADHD. È stato osservato che 3-6 settimane hanno prodotto grandi dimensioni dell'effetto, mentre 8-12 settimane hanno portato a effetti moderati. Li et al. hanno suggerito che aumentare la durata non migliora necessariamente le abilità motorie nei bambini piccoli.

Ulteriori ricerche sono necessarie per convalidare gli effetti a lungo termine dell'esercizio fisico sulle capacità motorie nei bambini con ADHD.



## CONCLUSIONI

Questa tesi ha evidenziato come l'attività motoria rappresenti un pilastro fondamentale per la crescita equilibrata del bambino, non solo dal punto di vista fisico, ma anche cognitivo, emotivo e sociale. L'analisi della letteratura e degli strumenti di valutazione ha mostrato come lo sviluppo delle abilità motorie – grossolane e fini – e delle capacità coordinative sia strettamente connesso al benessere generale, al rendimento scolastico e al successo nelle relazioni interpersonali.

I programmi educativi e sportivi hanno dimostrato la loro efficacia non solo nel potenziamento delle abilità fisiche, ma anche nel miglioramento delle funzioni esecutive, confermando la stretta relazione tra attività motoria e sviluppo cognitivo.

Un aspetto di particolare rilievo emerso è il ruolo che l'attività motoria può avere come strumento di supporto nei bambini con disturbi del neurosviluppo, come l'ADHD. L'esercizio fisico, infatti, agendo su meccanismi neurobiologici legati alla regolazione della dopamina e della norepinefrina, rappresenta un'opportunità per favorire l'autoregolazione comportamentale e potenziare le funzioni cognitive.

Per concludere, valorizzare le abilità motorie e le capacità coordinative, insieme alla consapevolezza del loro impatto sullo sviluppo integrale del bambino, deve quindi diventare un obiettivo prioritario sia in ambito familiare sia nei contesti scolastici ed extrascolastici.

## BIBLIOGRAFIA

- Arnsten AF. Toward a new understanding of attention-deficit hyperactivity disorder pathophysiology: an important role for prefrontal cortex dysfunction. *CNS Drugs*. 2009;23 Suppl 1:33-41. doi: 10.2165/00023210-200923000-00005. PMID: 19621976
- Arnsten AF, Casey BJ. Prefrontal cortical organization and function: implications for externalizing disorders. *Biol Psychiatry*. 2011 Jun 15;69(12):1131-2. doi: 10.1016/j.biopsych.2011.03.010. PMID: 21640860.
- Başarır, B., Canlı, U., Şendil, A. M., Alexe, C. I., Tomozei, R. A., Alexe, D. I., & Burchel, L. O. (2025). Effects of coordination-based training on preschool children's physical fitness, motor competence and inhibition control. *BMC Pediatrics*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12887-025-05897-x>
- Bobb, A.J., Castellanos, F.X., Addington, A.M., Rapoport, J.L., 2006. Molecular genetic studies of ADHD: 1991 to 2004. *Am. J. Med. Genet. B Neuropsych. Genet.* 132, 109–125.
- Bolger, L. E., Bolger, L. A., O'Neill, C., Coughlan, E., O'Brien, W., Lacey, S., Burns, C., & Bardid, F. (2021). Global levels of fundamental motor skills in children: A systematic review. In *Journal of Sports Sciences* (Vol. 39, Issue 7, pp. 717–753). Routledge. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1841405>
- Bremer, E., & Cairney, J. (2018). Fundamental Movement Skills and Health-Related Outcomes: A Narrative Review of Longitudinal and Intervention Studies Targeting Typically Developing Children. In *American Journal of Lifestyle Medicine* (Vol. 12, Issue 2, pp. 148–159). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/1559827616640196>
- Bruininks, RH e Bruininks, BD (2005). *Bruininks-Oseretsky Test di competenza motoria*, 2a edn. Minneapolis, MN: NCS Pearson
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraßyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters*, 441(2), 219–223. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.06.024>
- Castellanos, F.X., Lee, P.P., Sharp, W., Jeffries, N.O., Greenstein, D.K., Clasen, L.S., Blumenthal, J.D., James, R.S., Ebens, C.L., Walter, J.M., Zijdenbos, A., Evans, A.C., Giedd, J.N., Rapoport, J.L., 2002. Developmental trajectories of brain volume

- abnormalities in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA* 288, 1740–1748.
- Chang, Y. K., Tsai, Y. J., Chen, T. T., & Hung, T. M. (2013). The impacts of coordinative exercise on executive function in kindergarten children: An ERP study. *Experimental Brain Research*, 225(2), 187–196. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3360-9>
- Cheng, S. Y., Wang, T. T., & Tai, H. L. (2025). The impact of different family background on children's fundamental movement skills proficiency. *BMC Public Health*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22288-0>
- Cohen JD, Braver TS, Brown JW. Computational perspectives on dopamine function in prefrontal cortex. *Curr Opin Neurobiol.* 2002 Apr;12(2):223-9. doi: 10.1016/s0959-4388(02)00314-8. PMID: 12015241.
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., et al. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: A randomized controlled trial. *Health Psychology*, 30(1), 91–98.
- Diamond A, Lee K. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science.* 2011 Aug 19;333(6045):959-64. doi: 10.1126/science.1204529. PMID: 21852486; PMCID: PMC3159917.
- Dietrich D. Blume. (1981). Le capacità coordinative: definizione e possibilità di svilupparle.
- Durstewitz D, Kelc M, Güntürkün O. A neurocomputational theory of the dopaminergic modulation of working memory functions. *J Neurosci.* 1999 Apr 1;19(7):2807-22. doi: 10.1523/JNEUROSCI.19-07-02807.1999. PMID: 10087092; PMCID: PMC6786084.
- Eddy, L., Hill, L. J. B., Mon-Williams, M., Preston, N., Daly-Smith, A., Medd, G., & Bingham, D. D. (2021). Fundamental Movement Skills and Their Assessment in Primary Schools from the Perspective of Teachers. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 25(3), 236–249. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2021.1874955>
- Faraone, S.V., Perlis, R.H., Doyle, A.E., Smoller, J.W., Goralnick, J.J., Holmgren, M.A., Sklar, P., 2005. Molecular genetics of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol. Psychiatry* 57, 1313–1323.

- Gapin J, Etnier JL. The relationship between physical activity and executive function performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *J Sport Exerc Psychol.* 2010 Dec;32(6):753-63. doi: 10.1123/jsep.32.6.753. PMID: 21282836.
- Gill, M., Daly, G., Heron, S., Hawi, Z., Fitzgerald, M., 1997. Confirmation of association between attention deficit hyperactivity disorder and a dopamine transporter polymorphism. *Mol. Psychiatry* 2, 311–313.
- Grissmer D., Grimm K. J., Aiyer S. M., Murrah W. M., Steele J. S., Fine Motor Skills and Early Comprehension of the World: Two New School Readiness Indicator, “*Developmental Psychology*”, 46 (5), 10
- Hynd, G.W., Hern, K.L., Novey, E.S., Eliopoulos, D., Marshall, R., Gonzalez, J.J., Voeller, K.K., 1993. Attention deficit-hyperactivity disorder and asymmetry of the caudate nucleus. *J. Child. Neurol.* 8, 339–347.
- Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: A meta-regression analysis. *Brain Research*, 1341, 12-24.
- Lisa A. Kurtz. (2006). *Disturbi della coordinazione motoria*. 1. Ed, Erickson.
- Liu, B., Yan, Y., Jia, J., & Liu, Y. (2025). Can active play replace skill-oriented physical education in enhancing fundamental movement skills among preschool children? A systematic review and meta-analysis. In *BMC Public Health* (Vol. 25, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22398-9>
- Lorenzo-Martínez, M., Rey, E., & Abelairas-Gómez, C. (2025). Comparative analysis of three process-oriented assessment tools for identifying fundamental motor skills proficiency in children.
- Ma Q. Beneficial effects of moderate voluntary physical exercise and its biological mechanisms on brain health. *Neurosci Bull.* 2008 Aug;24(4):265-70. doi: 10.1007/s12264-008-0402-1. PMID: 18668156; PMCID: PMC5552589.
- M. Valentini, F. Cinti, G. Troiano, *Crescita e apprendimento attraverso il corpo in movimento*, in “*European Journal of Research on Education and Teaching*”, 16, (1), 2018, p. 152.
- N. J. Pitchford, C. Papini, L. A. Outhwaite, A. Gulliford, (2016), *Fine Motor Skills Predict Maths Ability Better than They Predict Reading Ability in the Early Primary School*

- Years, in “Frontiers in Psychology”, shed: doi: 10.3389/fpsyg.2016.00783, 2016, p. 4.
- Pesce, C. (2009). An integrated approach to the effect of acute and chronic exercise on cognition: The linked role of individual and task constraints.
- Pliszka SR, McCracken JT, Maas JW. Catecholamines in attention-deficit hyperactivity disorder: current perspectives. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1996 Mar;35(3):264-72. doi: 10.1097/00004583-199603000-00006. PMID: 8714313.
- Rethorst CD, Wipfli BM, Landers DM. The antidepressive effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials. *Sports Med*. 2009;39(6):491-511. doi: 10.2165/00007256-200939060-00004. PMID: 19453207.
- Richard A. Schmidt, & Timothy D. Lee. (2012). *Controllo motorio e apprendimento*. 1 Ed, Calzetti Mariucci.
- Robinson, L. E. (2011). The relationship between perceived physical competence and fundamental motor skills in preschool children. *Child: Care, Health and Development*, 37(4), 589–596. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2010.01187.x>
- S. Akin, (2019), Fine Motor Skills, Writing Skills and Physical Education Based Assistive Intervention Program in Children at Grade 1, in “Asian Journal of Education and Training”, 5 (4), 518-525, 2019, p.
- S. Suggate, H. Stoeger, U. Fischer, (2017), Finger-Based Numerical Skills Link Fine Motor Skills to Numerical Development in Preschoolers, in “Perceptual and Motor Skills”, 124, (6), 1085–1106, 2017, p. 1097
- Sun, W., Yu, M., & Zhou, X. (2022). Effects of physical exercise on attention deficit and other major symptoms in children with ADHD: A meta-analysis. In *Psychiatry Research*
- Swanson, J.M., Flodman, P., Kennedy, J., Spence, M.A., Moyzis, R., Schuck, S., Murias, M., Moriarity, J., Barr, C., Smith, M., Posner, M., 2000. Dopamine genes and ADHD. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 24, 21–25.
- Thapar A, Cooper M. Attention deficit hyperactivity disorder. *Lancet*. 2016 Mar 19;387(10024):1240-50. doi: 10.1016/S0140-6736(15)00238-X. Epub 2015 Sep 17. PMID: 26386541.
- Tomprowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2008). Exercise and children’s intelligence, cognition, and academic achievement.

- Tripp G, Wickens JR. Neurobiology of ADHD. *Neuropharmacology*. 2009 Dec;57(7-8):579-89. doi: 10.1016/j.neuropharm.2009.07.026. Epub 2009 Jul 21. PMID: 19627998.
- Valentini Giulia Pierro, M. (n.d.). Motricità fine: la mano, strumento per lo sviluppo dell'apprendimento scolastico. 129–158. <https://www.fisiatriaitaliana.it/la-motricita-fine-cose-e-a-cosa-serve/>
- Verret, C., Guay, M.-C., Berthiaume, C., Gardiner, P., & Beliveau, L. (2012). A physical activity program improves behavior and cognitive functions in children with ADHD: An exploratory study.
- Walkley, J., Holland, B. V., Treloar, R., & O'Connor, J. (1996). *Fundamental Motor Skills: A Manual for Classroom Teachers*. Victoria. Department of Education.
- Wang, Y., Liang, S., Zhang, B., Meng, L., & Xiong, Y. (2024). “Track style” children’s fundamental movement skills test: construction and verification of an efficient evaluation system. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1437473>
- Wigal, S. B., Emmerson, N., Gehricke, J. G., & Galassetti, P. (2013). Exercise: Applications to Childhood ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 17(4), 279–290. <https://doi.org/10.1177/1087054712454192>
- Yin, X., Zhang, D., Shen, Y., Wang, Y., Wang, Z., & Liu, Y. (2025). Effectiveness of school-based interventions on fundamental movement skills in children: a systematic review and meta-analysis. In *BMC Public Health* (Vol. 25, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22696-2>
- Zang Y. Impact of physical exercise on children with attention deficit hyperactivity disorders: Evidence through a meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Nov;98(46):e17980. doi: 10.1097/MD.00000000000017980. PMID: 31725664; PMCID: PMC6867774.
- Zhang, X., Tang, C., Geng, M., Li, K., Liu, C., & Cai, Y. (2025). The effects of active play interventions on children’s fundamental movement skills: a systematic review. *BMC Pediatrics*, 25(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-05385-8>
- Ziereis, S., & Jansen, P. (2015). Effects of physical activity on executive function and motor performance in children with ADHD. *Research in Developmental Disabilities*, 38, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.12.005>

Zoia, S., (2004). *Lo sviluppo motorio del bambino*. Ed. Gennaio 2024. Carrucci.

## SITOGRAFIA

<https://www.neuropsicomotricista.it/argomenti/terapia-neuropsicomotoria/ilmovimento/i-riflessi-arcaici.html>, ultima consultazione in data 18/09/2025

[To do - Supporting Physical Development in Early Childhood - UK Health Security Agency \(futurelearn.com\)](#), ultima consultazione in data 18/09/2025