

---

# Uno strumento interattivo per stimolare lo sviluppo psicomotorio nei bambini con disabilità intellettiva lieve

**Rebecca Rossi**

TNPEE

**Alice Elena Piatti**

Psicologa

**Elia Guidi**

TNPEE

**Stefano Capurro**

TNPEE

**Laura Sanapo**

Psicologa

**Stefania Bargagna**

Neuropsichiatra infantile - IRCCS Stella Maris

## *Sommario*

*Molti studi dimostrano quanto l'attività fisica sia importante per il benessere e la qualità della vita. Nelle persone con disabilità intellettiva, generalmente più sedentarie, l'attivazione al movimento potrebbe portare benefici cognitivi poiché attraverso l'esercizio, vengono indirettamente allenate anche funzioni esecutive, attenzione, memoria, abilità di pianificazione. Al fine di garantire un coinvolgimento della popolazione con disabilità intellettiva in situazioni di allenamento motorio, occorre progettare interventi che tengano conto del livello cognitivo e degli interessi della singola persona adattandosi alle sue esigenze. A questo scopo è stato predisposto un videogioco (un sistema interattivo ludico) che utilizza il ballo come fattore motivazionale per promuovere un co-training simultaneo di abilità cognitive e motorie. È stata effettuata una sperimentazione su un campione di bambini con disabilità intellettiva lieve. I risultati dimostrano l'efficacia del sistema, con effetti positivi su capacità cognitive e abilità motorie. Inoltre le famiglie hanno riportato un forte impatto positivo nella vita quotidiana, in termini di maggiore autonomia e di accresciuta autostima e positività sociale.*

## *Parole chiave*

*Disabilità intellettiva, riabilitazione psicomotoria, sistema interattivo, attività fisica, benessere psicofisico.*

## INTRODUZIONE

La disabilità intellettiva (ID) è un disturbo con esordio in età evolutiva caratterizzato da deficit del funzionamento cognitivo e difficoltà di adattamento all'ambiente (APA, 2013). Lo sviluppo dell'intelligenza sembra sia sostenuto da una serie di processi cognitivi fondamentali che implicano l'integrazione sensoriale, le funzioni esecutive, la consapevolezza e il problem solving, nonché l'immaginazione e le funzioni linguistiche. Pertanto, in persone con ID, già in fasi precoci dello sviluppo, è possibile osservare aspetti funzionali con caratteristiche ricorrenti, come deficit delle abilità percettive, attentive, psicomotorie e nell'interazione con l'ambiente (Fabbro, 2012). Proprio perché le funzioni esecutive sono responsabili della pianificazione e del controllo di comportamenti goal-directed implicati nelle attività strumentali di vita quotidiana, questi soggetti spesso hanno difficoltà a mantenere uno stile di vita fisicamente attivo (King et al., 2013; Abd El-Hady et al., 2018; Vaughan e Giovanello, 2010). L'inattività però comporta isolamento, declino delle capacità cognitive e aggravamento dei sintomi per cui risulta evidente quanto l'utilizzo e l'incremento dell'attività fisica sia importante (Woodmansee et al., 2016; Westendorp et al., 2011), da cui la necessità di considerare l'esercizio fisico come un aspetto fondamentale per il loro benessere e la qualità della vita.

In letteratura è possibile trovare diversi studi che mostrano come l'utilizzo dell'attività fisica possa migliorare il funzionamento cognitivo e il benessere psicologico, con conseguente impatto positivo sulla qualità di vita (Best, 2010; Biddle e Asare, 2011; Lubans et al., 2016; Russell et al., 2014). Un intervento di esercizi aerobici e anaerobici, incluso il coordinamento dei movimenti del corpo, ha influenzato positivamente il funzionamento cognitivo di bambini con paralisi cerebrale (Verschuren et al., 2007). Uno studio del 2010 (Best, 2010) ha confermato che l'esercizio aerobico facilita le funzioni esecutive (EF) nei bambini in almeno tre direzioni: esigenze cognitive inerenti alla struttura dell'esercizio finalizzato a un obiettivo e coinvolgente, impegno cognitivo richiesto per eseguire movimenti motori complessi, infine cambiamenti fisiologici nel Sistema Nervoso indotti dall'esercizio stesso. Inoltre se l'esecuzione motoria richiede cognizione e movimenti complessi, controllati e adattivi, essa può determinare un impatto sull'EF di questa popolazione (Sibley e Etnier, 2003).

Tuttavia le tecniche di attività fisica tradizionali (come la corsa e le attività basate sulle competenze) molto spesso non risultano efficaci per motivare i soggetti con ID, quindi è necessario trovare strategie di intervento che tengano conto non solo del livello cognitivo, sociale ed emozionale, ma anche degli interessi e del piacere che ciascun individuo trae dalle attività proposte (Temple, 2007; King et al., 2013). Alcuni studi suggeriscono che l'utilizzo di sistemi tecnologici per interventi cognitivo-motori con doppio compito possa garantire benefici su varie capacità fisiche e neuropsicologiche, conseguenti contributi positivi al benessere dei soggetti con ID. Tali effetti risultano generalmente maggiori rispetto a quelli ottenuti utilizzando programmi di intervento tradizionali basati solo su

esercizi motori (Pichierri et al., 2011; Pichierri, Murer e de Bruin, 2012; Schoene et al., 2014). In particolare viene evidenziato che i compiti comuni della vita quotidiana dipendono sia da processi sensomotori sia da funzioni cognitive di livello superiore (Laessoe et al., 2008). Tali compiti richiedono non solo equilibrio, coordinazione e forza muscolare, ma anche pianificazione ed esecuzione appropriata del movimento, scansione visiva, estrazione di informazioni visive dall'ambiente e capacità cognitive relative ai processi di funzionamento esecutivo. Tra queste troviamo: occuparsi di novità, pianificare e attuare strategie, utilizzare il feedback per adeguare le risposte future, mantenere attivo uno stato di vigilanza per poter inibire le informazioni irrilevanti per l'attività.

I videogiochi interattivi sembrano avere il potenziale necessario per mantenere alta la motivazione e l'aderenza all'intervento dei partecipanti (Studenski et al., 2010), anche in quelle persone che altrimenti non avrebbero interesse a partecipare a un programma di esercizi fisici. Questo principalmente perché lo strumento può essere adattato in base alle prestazioni del singolo partecipante e possono poi essere progressivamente aumentate le difficoltà di compito.

Considerando che i bambini con disabilità intellettiva risultano attratti dalla tecnologia e possiedono una grande motivazione verso l'utilizzo di videogiochi rispetto alle attività ludiche tradizionali e della musica di sottofondo, ma ancora a partire dalla considerazione che da bambini si apprendono comportamenti che perdurano nel tempo e possono avere un'influenza sulla salute nelle età successive,<sup>1</sup> abbiamo scelto questa popolazione come campione per la nostra applicazione. In letteratura, a oggi, risultano pochi gli studi che indagano gli effetti di videogiochi interattivi su questo tipo di popolazione. La ricerca qui presentata si inserisce in tale ambito, realizzando uno studio sviluppato per verificare gli effetti di un sistema interattivo di allenamento cognitivo-motorio (Interactive Cognitive-Motor Training - ICMT) sotto forma di videogioco, che utilizza il ballo come fattore motivazionale. Lo studio, realizzato nell'ambito del progetto Carpet Diem, ha coinvolto 10 bambini per un periodo di 2,5 mesi. Lo strumento utilizzato è un sistema interattivo ludico per stimolare l'esecuzione di coreografie attraverso un tappeto sensorizzato, la proposta di brani musicali e un software con istruzioni visive e sonore, come fattore motivazionale allo scopo di promuovere un co-training simultaneo di abilità cognitive e motorie.

Lo studio è un'ulteriore sperimentazione dello strumento ICMT Carpet Diem già descritto in un lavoro precedente (Senette et al., 2018) svolto presso la Fondazione Stella Maris di Pisa e rivolto a una popolazione di età superiore, compresa tra i 7 e i 20 anni.

---

<sup>1</sup> [https://www.epicentro.iss.it/attivita\\_fisica/bambini-Adolescenti](https://www.epicentro.iss.it/attivita_fisica/bambini-Adolescenti) (consultato il 3/11/2020).

## TARGET, MOTIVAZIONI E OBIETTIVI

La definizione di disabilità intellettiva all'interno del Diagnostic and Statistical Manual of Mental disorder mette in luce una condizione clinica complessa. Le conseguenze del danno cognitivo non si limitano alla sfera intellettiva, ma producono distorsioni sulla personalità del soggetto e su molteplici processi adattivi che l'ambiente impone. Nel disturbo dello sviluppo intellettivo si distinguono diversi livelli di gravità: lieve, moderato, grave o profondo. I livelli di gravità sono definiti sulla base del funzionamento adattivo e non dei punteggi del quoziente intellettivo (QI), perché è il funzionamento adattivo che determina il livello di assistenza richiesto. Il DSM-5 inoltre descrive i vari livelli di gravità all'interno di tre domini: concettuale, sociale e pratico. Si riportano alcune caratteristiche dei soggetti con DI lieve indicate nel DSM-5 nei tre ambiti.

- *Ambito concettuale*: nei bambini in età scolare e negli adulti, sono presenti difficoltà nell'apprendimento di abilità scolastiche che rendono necessaria qualche forma di supporto in una o più aree di apprendimento per poter soddisfare le aspettative correlate all'età. Sono compromessi il pensiero astratto, la funzione esecutiva e la memoria a breve termine, così come l'uso funzionale delle abilità scolastiche.

- *Ambito sociale*: rispetto ai coetanei con sviluppo regolare, l'individuo è immaturo nelle interazioni sociali. La comunicazione, la conversazione e il linguaggio sono più concreti o più immaturi. Vi possono essere difficoltà nel controllare emozioni e comportamento in modi adeguati all'età; tali difficoltà vengono notate dai coetanei nelle situazioni sociali.

- *Ambito pratico*: l'individuo può avere bisogno di supporto nelle attività complesse della vita quotidiana rispetto ai coetanei. Le capacità di svago sono simili a quelle di questi ultimi, sebbene la capacità di giudizio relativa al proprio stato di benessere e all'organizzazione del tempo libero richieda sostegno.

Capire il funzionamento dell'individuo con ID è il punto di partenza per instaurare una buona relazione e programmare un intervento efficace. In tutti i soggetti, in particolare nei bambini, è infatti importante analizzare il funzionamento facendo riferimento a diverse micro-aree, tra le quali oltre alla cognizione troviamo: percezione e attenzione (difficoltà nel selezionare, focalizzare e fissare i dati), memoria (difficoltà nel registrare, richiamare e riutilizzare le informazioni), spazio (incapacità o scarsa differenziazione dell'esplorazione dell'ambiente), tempo (differenziazione e riconoscimento del tempo in base agli accadimenti significativi), schemi d'azione (semplici e ripetitivi, difficoltà di generalizzazione e di progettazione), autoregolazione e metacognizione (difficoltà nel regolare, controllare, pianificare, verificare). Data la complessità e la variabilità dei quadri possibili, è quindi importante impostare la terapia in un approccio multidisciplinare e individualizzato. Una componente del processo terapeutico che coinvolge il terapeuta è finalizzata al coinvolgimento attivo del bambino nelle attività ludico-ricreative e di vita quotidiana, così da promuovere non solo la fiducia in se stesso e l'autonomia, ma anche

permettere la soddisfazione di bisogni di tipo sociale, culturale e sportivo, al fine di favorire uno sviluppo equilibrato della personalità.

Per quanto riguarda l'area motoria si è ipotizzata un'eventuale influenza positiva nelle abilità: Coordinazione Motoria e Visuo-Motoria, Equilibrio, Sequenzialità, Fluidità, Velocità Esecutiva, Percezione temporale e Spazialità. Nell'ambito cognitivo invece è stato supposto un miglioramento su: Intelligenza Fluida, Attenzione Sostenuta, Attenzione Visuo-Selettiva e Uditivo-Selettiva, Capacità di Inibizione, e Memoria di Lavoro.

## **MATERIALI E METODI**

### *Popolazione*

Lo studio è stato progettato e realizzato all'Istituto di Neuropsichiatria IRCCS – Fondazione Stella Maris di Pisa. L'Istituto assiste bambini e adolescenti con le principali e più frequenti patologie del sistema nervoso e della mente. La piattaforma Carpet Diem è stata testata su un campione di 10 bambini, 6 maschi e 4 femmine, di età compresa tra i 5 e gli 11 anni con Disabilità Intellettiva Lieve.

### *Strumenti*

Il sistema Carpet Diem ha lo scopo di supportare il training cognitivo-motorio in modo accessibile, proponendo esercizi nella forma di videogioco mediante semplici coreografie di ballo che richiedono passi nelle quattro direzioni (avanti, indietro, destra e sinistra) sulla base di brani musicali. Il sistema guida l'utente attraverso istruzioni visive e sfrutta la musica, per coinvolgerlo, e il ritmo, per facilitare l'esecuzione. Lo strumento centrale è un Dance Pad, ovvero un tappeto sensorizzato collegato al PC via USB per registrare le interazioni (pressione di una freccia) dell'utente sul tappeto (figura 1).



Fig. 1 Dance Pad – Tappeto sensorizzato.

La parte software integra StepMania,<sup>2</sup> un popolare gioco di ballo open source, in un'applicazione contenitore che include anche la gestione degli utenti e la gestione delle sessioni di gioco, attraverso le quali vengono associate a ciascun utente i brani e le coreografie più adatte (figura 2).



Fig. 2 Sessione di gioco: definizione brano e livello di difficoltà della coreografia.

<sup>2</sup> <https://www.stepmania.com/>

L'interfaccia per l'impostazione della sessione di gioco mostra la lista dei brani presenti nel sistema con l'indicazione del livello di difficoltà (training, facile, medio e avanzato). Il grado di difficoltà è relativo alla tipologia di passi da eseguire (ad esempio solo passi laterali), al numero complessivo di passi da eseguire e, nel caso del livello avanzato, alla velocità di riproduzione del brano musicale. Una volta selezionati il brano e la difficoltà, si dà avvio al gioco (figura 3).

Il gioco procede proponendo una coreografia di passi che vengono indicati attraverso le frecce rosse che scorrono dal basso verso l'alto. La freccia corrente, la prima che avanza verso l'alto, indica il passo richiesto. Il momento in cui premere con il piede il corrispondente tasto sul tappeto coincide con la sovrapposizione della freccia rossa sulla corrispondente freccia grigia nella parte alta dello schermo. Le frecce rosse indicanti la successione di passi da eseguire, sono sincronizzate con la ritmica del brano, quindi, una volta individuato il tempo corretto del brano, l'esecuzione del singolo passo sarà corretta rispettando il tempo.

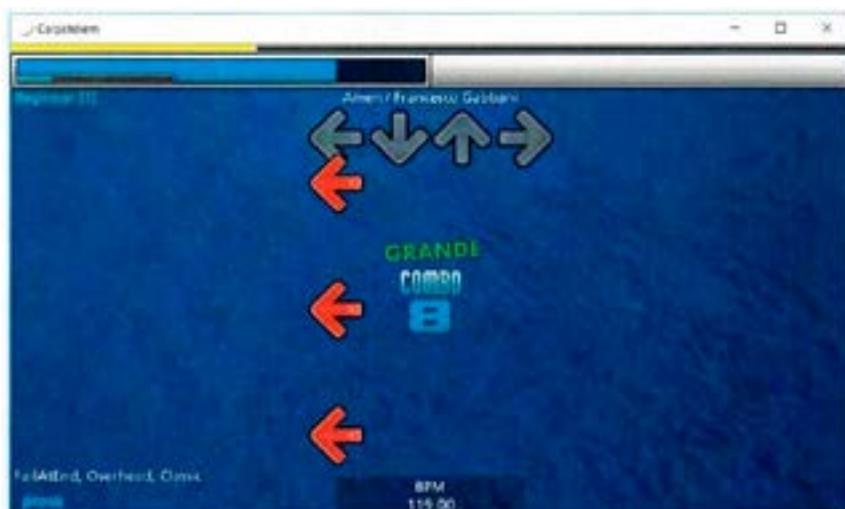


Fig. 3 Finestra di gioco.

Ogni passo eseguito correttamente (direzione corretta della freccia) può avere diversi livelli di efficacia esecutiva dipendenti dal tempismo con il quale è stato premuto il tasto sul tappeto. Il gioco è disegnato prevedendo 5 possibili risultati (figura 4). Il sistema registra anche gli errori, cioè passi non eseguiti correttamente. La schermata di gioco rilascia un feedback immediato al giocatore a ogni passo premuto sul tappeto indicando con che qualità è stato eseguito. Alla fine del brano, il gioco si ferma automaticamente proponendo per pochi secondi una schermata che indica se il gioco è stato eseguito

correttamente o in modo errato. A seguire viene proposto il riepilogo dei risultati con il numero complessivo degli errori (figura 4).



Fig. 4 Schermata di riepilogo dei risultati.

### *Procedura/Metodo*

In una prima fase della sperimentazione, la piattaforma non è stata proposta come test bensì come gioco, così da osservare le reazioni di ciascun bambino al compito proposto. La maggior parte dei partecipanti (7 su 10) ha accettato l'attività da subito mostrando interesse ed entusiasmo, presentando talvolta qualche difficoltà nell'integrare le informazioni visive provenienti dal monitor, il ritmo della musica e i movimenti da eseguire sul Dance Pad, necessitando quindi di istruzioni verbali da parte del terapeuta. Gli altri bambini (3 su 10) invece hanno avuto più difficoltà nel cooperare in modo costruttivo e adattivo, per cause legate ad ansie e difficoltà esecutive. Fin da subito è stato possibile osservare che alcune combinazioni di passi, in particolare quelle comprendenti la freccia GIÙ corrispondente al passo indietro, sono più difficili da eseguire perché richiedono maggiore equilibrio per la loro riuscita. Dopo questo primo periodo di familiarizzazione allo strumento di una settimana, al fine di poter determinare gli eventuali cambiamenti a seguito del training, sono state effettuate le valutazioni pre-intervento (T0) delle abilità cognitive e motorie di ciascun bambino. La valutazione motoria è stata effettuata

somministrando test standardizzati: (1) test *Movement Assessment Battery for Children 2* (mABC-2), per indagare i cambiamenti mossi nell'abilità di Equilibrio Statico e Dinamico; (2) test *Abilità Prassiche e della Coordinazione Motoria 2* (APCM-2), per la valutazione della Coordinazione e della Sequenzialità; (3) alcuni sub-test dell'Osservazione psicomotoria funzionale di Massenz e Simonetta per indagare eventuali effetti positivi sulla Temporalità e sulla Spazialità. Infine, grazie al consenso alla videoregistrazione dei bambini durante il training, è stato possibile stimare i movimenti degli stessi anche in termini qualitativi, in particolare facendo riferimento ai criteri di Fluenza e Velocità.

Anche nell'ambito della valutazione delle abilità cognitive sono stati utilizzati i seguenti test: (1) *Coloured Progressive Matrices* (CPM) per indagare eventuali effetti sull'Intelligenza Fluida; (2) Batteria di Valutazione Neuropsicologica per l'età evolutiva (BVN) per le funzioni di Attenzione Visiva e Uditiva, Memoria a Breve Termine verbale e Memoria sequenziale; (3) Batteria Italiana per l'ADHD (BIA), per ricercare cambiamenti nella Capacità di Inibizione e di Attenzione Sostenuta.

La sessione di intervento a seguito della valutazione è stata organizzata in modo tale da coinvolgere ogni bambino individualmente per 30 minuti intensivi, 2 volte a settimana per un periodo di 2 mesi e mezzo. Durante questi incontri i bambini hanno ballato sul tappeto sensorizzato a tempo di musica, seguendo sul monitor le coreografie di passi associate alle canzoni da loro scelte e preferite. Il livello di difficoltà di partenza è stato scelto dal terapeuta a fronte delle capacità rilevate nella fase iniziale, progressivamente è stato cambiato in base ai miglioramenti e alle richieste dei singoli.

Ulteriore compito del terapeuta è stato quello di sostenere emotivamente ogni bambino in modo da favorire il divertimento e l'aderenza all'attività, proponendo strategie individuali di movimento al fine di migliorare la performance di ciascuno e aumentare la fiducia nelle proprie capacità.

Alla fine della sessione è stata eseguita la valutazione post-trattamento (T1) delle abilità cognitive e motorie utilizzando gli stessi strumenti valutativi e le stesse modalità di T0 al fine di procedere con un confronto tra i risultati ottenuti dell'intervento.

## RISULTATI

Si procede con l'esposizione complessiva dei risultati, inserita nelle tabelle (figure 5 e 6). Si evidenzia nelle valutazioni motorie il confronto sulla sezione Equilibrio statico e dinamico del test mABC-2 e quello delle sezioni Equilibrio e Coordinazione, Sequenzialità e Coordinazione Dinamico del test APCM-2. Inoltre, è possibile osservare la rispettiva significatività dei cambiamenti verificatisi a seguito del training con la piattaforma Carpet Diem. I valori sono riportati rispettivamente come «Media  $\pm$  Deviazione Standard» e come «Mediana (25°-75° Percentile)» in caso di dati distribuiti normalmente e non. Come

riportato in figura 5, sul piano delle abilità motorie è stato riscontrato un miglioramento significativo sia con il test mABC-2 sia con il test APCM-2.

Nella figura 6 sono stati collocati i risultati ottenuti nelle valutazioni neuropsicologiche e il loro confronto sul test CPM, sulla Batteria BVN e sulla Batteria BIA al fine di indagare la significatività dei cambiamenti verificatisi su ciascuna prova. Anche in questo caso, i valori sono riportati come «Media ± Deviazione Standard» e come «Mediana (25°-75° Percentile)» rispettivamente in caso di dati distribuiti normalmente e non.

Di seguito si riportano i dettagli delle valutazioni relativamente alle abilità motorie e cognitive.

CONFRONTO RISULTATI ABILITÀ MOTORIE						
	TEST	TEMPO T0	TEMPO T1	T0-T1	P VALUE	STATISTICA
ABC-2 m	Equilibrio PS	5.0 [4.0-7.0]	6.0 [5.0-7.6]	1.0 [1.0-2.0]	0.04	SR=-3.500
	Equilibrio %ile	5.0 [2.0-16.0]	9.0 [5.0-16.0]	4.0 [0.5-13.0]	0.05	SR=-6.000
APCM 2	Equilibrio E Coordinazione PG	11.5 [10.0-14.0]	14.0 [13.0-16.0]	2.0 [1.0-2.0]	0.01	SR=0.000
	Equilibrio E Coordinazione %ile	0.7 [0.5-0.9]	0.9 [0.8-1.6]	0.1 [0.1-0.1]	0.01	SR=0.000
	Sequenzialità PG	8.2±3.6	10.4±2.3	2.2±2.0	0.01	η(9)=-3.498
	Sequenzialità %ile	0.6±0.3	0.7±0.2	0.2±0.1	0.00	η(9)=-4.336
	Coordinazione dinamica PG	6.3±1.5	7.2±1.0	0.9±1.0	0.02	η(9)=-2.862
	Coordinazione Dinamica %ile	0.8±0.2	0.9±0.1	0.1±0.1	0.02	η(9)=-2.799

Fig. 5 Confronto dei risultati ottenuti ai Test nelle abilità motorie.

CONFRONTO RISULTATI ABILITÀ COGNITIVE						
	TEST	TEMPO T0	TEMPO T1	T0-T1	P VALUE	STATISTICA
CPM	PG	21.7±6.4	24.9±7.3	3.2±2.7	0.0049795	η(9)=-3.692
	%ile	0.3±0.2	0.5±0.3	0.2±0.2	0.0048298	η(9)=-5.712
BATTERIA BVN	MBT Verbale Avanti PG	3.5 [3.0-4.0]	3.5 [3.0-4.0]	0.0 [0.0-0.0]	1	SR=2.000
	MBT Verbale Avanti punto Z	-1.0 [-1.6-0.6]	-1.0 [-1.6-0.6]	0.0 [0.0-0.0]	0.75	SR=3.500
	MBT Verbale Indietro PG	2.0 [2.0-3.0]	2.0 [2.0-3.0]	0.0 [0.0-0.0]	0.5	SR=0.000
	MBT Verbale Indietro punto Z	-0.5 [-0.9-0.4]	-0.4 [-0.5-0.1]	0.0 [0.0-0.0]	0.5	SR=1.000
	Test di Corsi PG	4.0 [2.0-4.0]	4.0 [3.0-4.0]	0.0 [0.0-1.0]	0.124	SR=0.000
	Test di Corsi punto Z	-1.1 [-2.0-0.8]	-0.8 [-1.0-0.3]	0.0 [0.0-1.3]	0.125	SR=0.000
	Attenzione Visiva PG	6.2±3.6	8.0±2.6	1.8±2.2	0.0203595	η(9)=-2.586
	Attenzione Visiva punto Z	-1.0±1.0	-0.1±0.7	0.8±1.0	0.008272	η(9)=-2.563
BATTERIA BIA	Attenzione Uditiva PG	31.3±7.5	34.9±5.7	3.6±4.4	0.0361171	η(9)=-2.571
	Attenzione Uditiva punto Z	-0.9±1.1	-0.1±0.7	0.7±0.9	0.0272607	η(9)=-2.632
	Test delle Rasette PG	8.8±4.0	12.5±4.7	3.7±3.3	0.01	η(9)=-3.581
	Test delle Rasette %ile	0.2±0.2	0.4±0.3	0.2±0.2	0.02	η(9)=-2.972
	Test del CP - Omisconi PG	10.9±10.0	4.4±1.8	-6.5±10.7	0.13	η(7)=1.718
	Test del CP - Omisconi %ile	0.2±0.2	0.4±0.2	0.2±0.3	0.09	η(7)=-1.956
	Test del CP - Tempo PG	476.8±132.1	418.3±113.3	-58.5±181.6	0.39	η(7)=0.911
	Test del CP - Tempo %ile	0.8 [0.6-0.9]	0.6 [0.3-0.7]	-0.2 [-0.4-0.1]	0.20	SR=-28.000

Fig. 6 Confronto dei risultati ottenuti ai Test nelle abilità cognitive.

## Abilità motorie

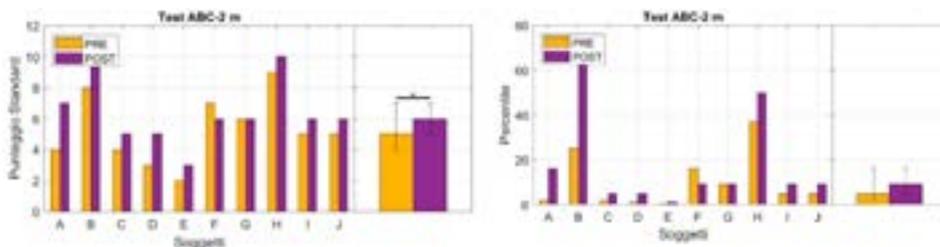


Fig. 7 Confronto To-T1 dei punteggi standard e dei percentili ottenuti al Test ABC-2 movement.

La figura 7 mostra i cambiamenti di ogni singolo bambino e la media del campione rispettivamente per quello che riguarda i punteggi standard e i percentili. Si osserva un incremento significativo ( $p$  value < 0.05) per quanto riguarda il primo grafico, mentre nel secondo il  $p$  value è di 0.055, pertanto nei punteggi percentili non si registrano cambiamenti statisticamente significativi a seguito del training. A questi risultati si affiancano quelli ottenuti al test APCM-2, dal quale sono state ricavate e studiate le aree di valutazione definite: Equilibrio e Coordinazione, Sequenzialità e Coordinazione Dinamica.

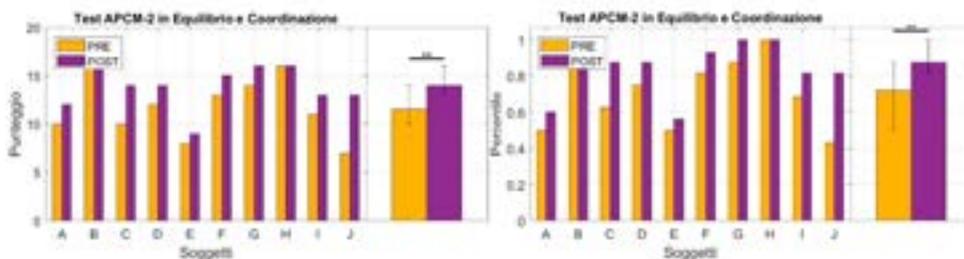


Fig. 8 Confronto To-T1 dei punteggi grezzi e dei percentili ottenuti in Equilibrio e Coordinazione al Test APCM-2.

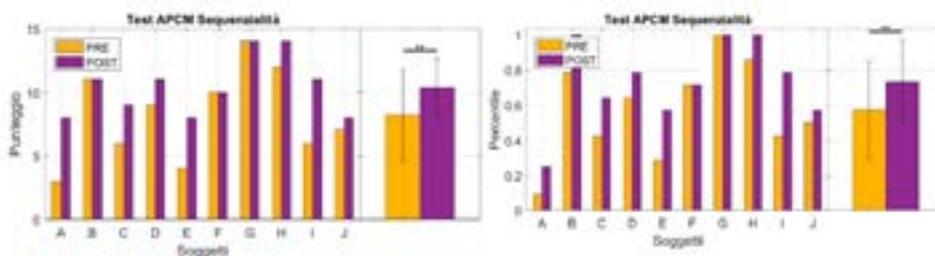


Fig. 9 Confronto To-T1 dei punteggi grezzi e dei percentili ottenuti in Sequenzialità al Test APCM-2.

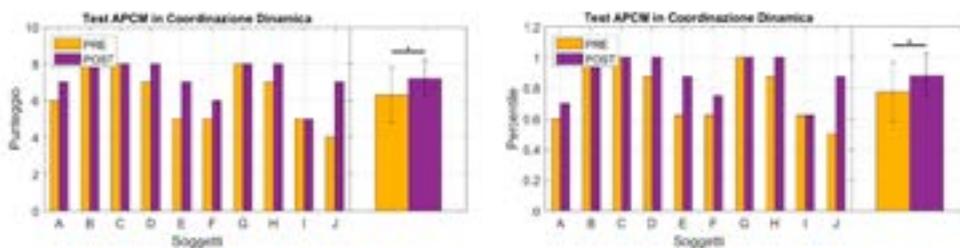


Fig. 10 Confronto To-T1 dei punteggi grezzi e dei percentili ottenuti in Coordinazione Dinamica al Test APCM-2

Nelle figure 8, 9 e 10 è possibile esaminare i risultati ottenuti per le abilità prese in esame dal test APCM-2. In particolare, si evidenzia la significatività dei miglioramenti ottenuti in tutte le aree, per quanto riguarda sia il punteggio grezzo sia i percentili ( $p$  value < 0.05).

Sul piano dell'Osservazione Psicomotoria Funzionale sono state indagate le seguenti voci: Lateralità, Organizzazione topologica dello spazio, Orientamento Egocentrico e Decentrato Primario, Percezione Temporale e Aggiustamento al Tempo. Dal confronto dei risultati ottenuti dai soggetti non è emerso alcun cambiamento tra il pre- e il post-trattamento, se non negli ultimi due item. Infatti, la maggior parte dei bambini nel caso della Percezione Temporale ha aumentato, anche se non significativamente, il numero di ritmi riprodotti correttamente mentre, nella prova di Aggiustamento al Tempo, quei soggetti che in un primo momento avevano difficoltà a camminare seguendo la cadenza di un metronomo, successivamente hanno acquisito la capacità di riconoscere e adeguare al tempo la propria andatura. Infine, sul piano qualitativo grazie alle videoregistrazioni è stato possibile osservare un miglioramento sia nella Fluenza sia nella Velocità del movimento. Quei soggetti che in un primo momento presentavano inquinamento motorio (calpestarsi, inciampare, strusciare i piedi sul tappeto, guardia alta con gli arti superiori

per l'equilibrio) in un tempo successivo hanno migliorato, se non perso, tale caratteristica producendo quindi schemi più adatti al compito richiesto. Un'altra proprietà del movimento che è stata modificata è quella della Rigidità: se alla prima osservazione la forza era eccessiva e il movimento scattoso, successivamente questi bambini sono riusciti a modularsi compiendo passi meno pesanti e più dinamici. Una caratteristica riscontrata in molti soggetti a inizio training è stata la Rotazione di tronco per raggiungere la freccia GIÙ, in linea con la maggiore difficoltà incontrata nel compiere tale passo. Ciò che è emerso dalle ultime sedute videoregistrate è che i bambini si sono organizzati per raggiungere l'obiettivo non avendo più bisogno di ricorrere alla rotazione di tronco.

### Abilità cognitive

Riguardo al funzionamento cognitivo, confrontando i risultati al CPM prima e dopo il training, si sono riscontrati miglioramenti significativi nell'intelligenza fluida ( $p$  value < 0.01) sia sul punteggio grezzo e sul percentile (figura 11).

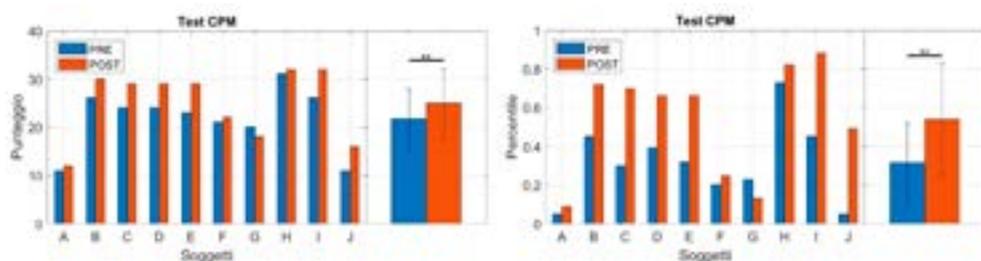


Fig. 11 Confronto To-T1 dei punteggi grezzi e dei percentili ottenuti al Test CPM.

Altra capacità cognitiva indagata tramite Test delle Ranette è quella dell'inibizione, nella quale è stato possibile osservare un miglioramento significativo sia del punteggio grezzo ( $p$  value < 0.01) sia del percentile ( $p$  value < 0.05) (figura 12).

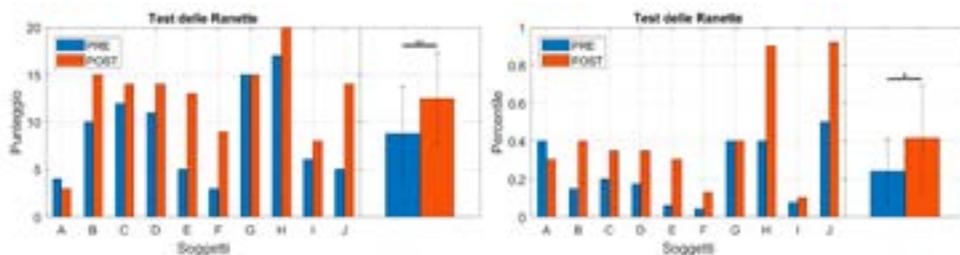


Fig. 12 Confronto To-T1 dei punteggi grezzi e dei percentili ottenuti al Test delle Ranette della Batteria BIA.

Procedendo nell'analisi dei dati, si osservano differenti cambiamenti per quelle che sono le diverse sottoclassi attentive indagate. Infatti, si è verificato un incremento significativo in quelle che sono l'attenzione visiva e l'attenzione uditiva, sia sul punteggio grezzo sia sullo Z-score ( $p$  value < 0.05 per entrambi) (figure 13 e 14).

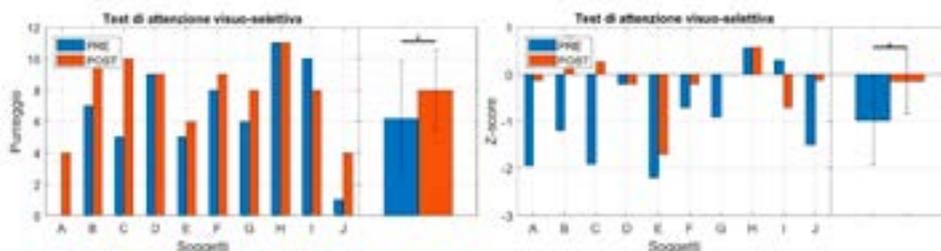


Fig. 13 Confronto To-T1 dei punteggi grezzi e dei punteggi Z ottenuti al Test di Attenzione Visiva della Batteria BVN.

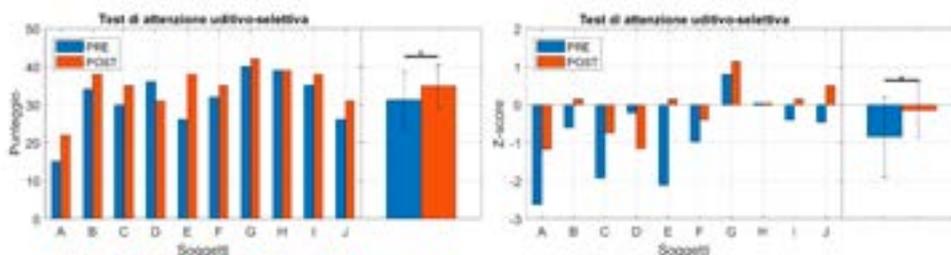


Fig. 14 Confronto To-T1 dei punteggi grezzi e dei punteggi Z ottenuti al Test di Attenzione Uditiva della Batteria BVN.

Per quanto riguarda invece l'attenzione sostenuta, indagata attraverso il Test del CP (figure 15 e 16), a seguito del training Carpet Diem, sono emersi dei miglioramenti non statisticamente significativi né sui punteggi grezzi né sui percentili (Omissioni  $p$  value PG = 0.126 e  $p$  value %ile = 0,091; Tempo  $p$  value PG = 0.392 e  $p$  value %ile = 0,195).

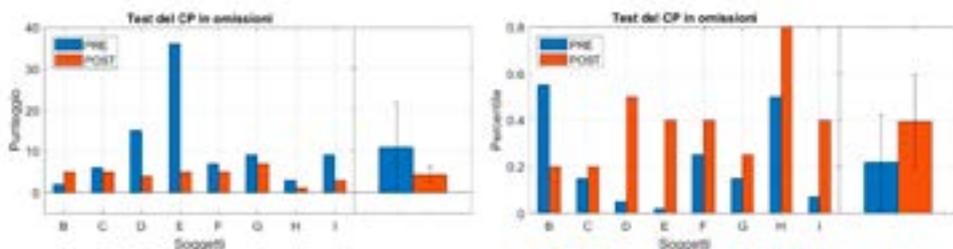


Fig. 15 Confronto To-T1 dei punteggi grezzi e dei percentili ottenuti al Test del CP della Batteria BIA sul parametro Omissioni.

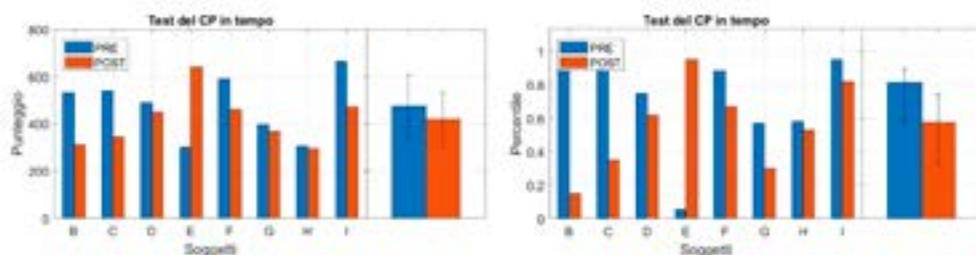


Fig. 16 Confronto To-T1 dei punteggi grezzi ottenuti e dei percentili al Test del CP della Batteria BIA sul parametro Tempo.

Anche in altri test non si sono evidenziati molti cambiamenti: in particolare nel *Test di Memoria a Breve Termine verbale Indietro* (Memoria di Lavoro) e nel *Test di Corsi* (Memoria Visuo-Spaziale), dei quali è riportata in figura 19 solamente la statistica degli Z-scores, in cui la piattaforma non sembra aver prodotto miglioramenti (rispettivamente  $p$  value = 0.500 e  $p$  value = 0.125).

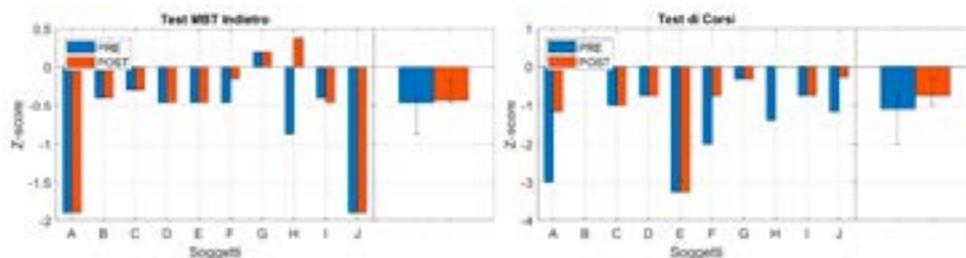


Fig. 17 Confronto To-T1 dei punteggi Z ottenuti al Test di Memoria a Breve Termine verbale Indietro (sx) e al Test di Corsi (dx) della Batteria BVN.

Come ultimo aspetto considerato, è stato somministrato il questionario PIADS (*Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale*) nel quale è stato richiesto ai genitori di evidenziare le modificazioni riscontrate a casa. Tutte le famiglie hanno riportato un forte impatto positivo nella vita quotidiana in termini di maggiore sicurezza, autostima e autonomia, positività sociale ed emotiva.

## DISCUSSIONE

Analizzando i risultati acquisiti, si sono registrati cambiamenti significativi. In particolare, sul versante motorio, esaminando gli scoring ottenuti al test mABC-2 e al test APCM- 2 si osserva una variazione positiva in tutte le abilità indagate, ovvero Equilibrio, Coordinazione, Sequenzialità e Temporalità. Tali risultati si affiancano ai confronti T0-T1 delle videoregistrazioni, con i quali è stato possibile ottenere un quadro generale di come i miglioramenti, nelle capacità indagate ai test quantitativi, si traducano in perfezionamenti delle caratteristiche qualitative del movimento quali Fluenza e Velocità.

In ambito cognitivo si sono riscontrati cambiamenti significativi nelle abilità di Intelligenza Fluida, Attenzione Visiva e Uditiva e Capacità di Inibizione, indagate rispettivamente con il test CPM, i test della Batteria BVN e il test delle Ranette della Batteria BIA. Per quanto riguarda l'Attenzione Sostenuta, valutata attraverso il test CP della Batteria BIA, le modificazioni riscontrate non sono state sufficienti per il raggiungimento della significatività.

Dato che dal confronto dei risultati pre- e post-intervento non si sono verificati cambiamenti evidenti, il training non sembra aver inciso sulla Memoria di Lavoro e sulla Memoria Visuo-Spaziale, indagate rispettivamente con i test di Memoria a Breve Termine verbale e di Corsi della Batteria BVN.

Si sottolinea, tra i fattori che possono aver avuto un peso determinante sui risultati, il fattore dell'intensività delle sedute di 30 minuti ciascuna, nelle quali i bambini hanno ballato una canzone dietro l'altra per un totale ogni volta di circa 7-9 brani.

L'utilizzo di uno strumento tecnologico coinvolgente e adattato alle caratteristiche degli utenti, che fornisce un feedback in tempo reale sui passi compiuti, motiva gli stessi a seguire in modo costante l'attività per migliorarsi nella qualità delle prestazioni. In tale contesto, la volontà di fare meglio pone una sfida verso le proprie capacità sia sul piano motorio sia su quello cognitivo. In questo scenario si colloca la funzione del neuropsicomotricista il quale, per la sua formazione teorica e pratica, ha una visione globale dei vari aspetti dell'evoluzione infantile, e di come questi possono diventare per il soggetto ostacoli o potenzialità e risorse. Inoltre, l'atteggiamento del TNPEE è di apertura relazionale e di accoglienza, di adattamento a livello tonico e posturale, favorendo l'originalità dell'individuo, permettendogli di esprimere se stesso e le proprie abilità in un ambiente di fiducia e rispetto.

In riferimento alle padronanze motorie, vengono sollecitate le seguenti capacità:

- restare in equilibrio mono-podalico tra una freccia e l'altra seguendo il ritmo e le pause scandite dalla musica e dalle frecce delle coreografie che scorrono sullo schermo;
- coordinare in tempo reale i propri movimenti con le istruzioni riportate sul monitor;
- coordinare i movimenti di tutto il corpo. La testa deve rimanere orientata verso lo schermo; il tronco deve permettere al capo di rimanere in posizione frontale ma allo stesso tempo deve consentire agli arti di muoversi in modo dinamico su tutti i piani dello spazio; gli arti inferiori devono spostarsi in modo da tale da permettere ai piedi di premere sul tappeto le frecce corrispondenti a quelle sul monitor indicanti la coreografia; i movimenti degli arti superiori hanno la funzione di stabilizzare gli spostamenti del corpo, rendendo il quadro generale fluido e armonico utilizzando il minimo dispendio energetico;
- riprodurre le diverse sequenze di passi senza inquinamenti, riconoscendo il ritmo e la velocità della musica.

Quando si parla di sfide sul piano cognitivo invece si intende la capacità di:

- comprendere il compito e concentrarsi sull'attività da svolgere;
- integrare e prestare attenzione agli stimoli visivi e uditivi provenienti dallo strumento;
- elaborare in tempo reale (Memoria di Lavoro) le informazioni in entrata e produrre delle risposte motorie adeguate alle istruzioni ricevute;
- regolare il proprio comportamento, quindi inibire volontariamente la risposta automatica predominante (compiere il passo sempre sulla stessa freccia o eseguire sempre la stessa sequenza di passi) per mettere in atto quella adeguata alle istruzioni ricevute.

La non significatività dei miglioramenti verificatisi nella capacità di Attenzione Sostenuta può essere dovuta alla necessità di indagare due variabili, Omissioni e Tempo, per valutare i cambiamenti in tale capacità. Infatti, i risultati ottenuti sono discutibili e interpretabili da soggetto a soggetto. La combinazione dei punteggi ottenuti da ciascun bambino è variabile: ci sono coloro che hanno migliorato entrambe le voci (figure 15 e 16 soggetti *D* e *H*), altri che si sono velocizzati nell'esecuzione della prova a discapito del numero dei bersagli trovati (si veda soggetto *B*), o altri ancora che hanno diminuito il numero di omissioni ma aumentato il tempo impiegato (si veda soggetto *E*). Da questo si evince che la significatività dei miglioramenti dipende non tanto dai risultati ottenuti in ciascuna delle due variabili quanto dalla combinazione delle stesse.

Per quanto riguarda invece gli scarsi risultati rilevati nell'allenamento della Memoria di Lavoro pensiamo sia doveroso fare un appunto. Sappiamo che la Memoria di Lavoro è composta da componenti multiple tra cui l'Esecutivo centrale che elabora, controlla e manipola attivamente delle informazioni sensoriali specifiche (verbali oppure visuo-

spaziali) e che le integra tra loro. Le informazioni sensoriali che arrivano a questo sistema di elaborazione centrale però dipendono da due diversi circuiti a seconda che si parli di informazioni verbali (*loop articolatorio*) o visuo-spaziali (*sketch pad*) (Baddeley e Logie, 1999).

Durante il trattamento i bambini si sono confrontati contemporaneamente con input visivi e uditivi (musicali) da elaborare per eseguire output di tipo prevalentemente motorio. Visti i risultati ottenuti, per compiere movimenti adeguati alle istruzioni ricevute con Carpet Diem, sicuramente i soggetti hanno seguito e sfruttato in misura maggiore gli input visivi rispetto a quelli sonori (seppur scarsi, sono stati rilevati più cambiamenti al Test di Corsi). Il risultato ha confermato come nella ID il funzionamento visivo è dominante su quello uditivo, ribadendo le difficoltà di accesso alla Memoria di Lavoro.

## CONCLUSIONI

Questo studio descrive un sistema accessibile basato su tecnologia avanzata interattiva (ICMTs) nella forma di videogioco per l'allenamento cognitivo-motorio di soggetti con disabilità intellettiva. Tale strumento permette una proposta riabilitativa a basso impatto (economico e tecnologico) riproducibile anche in contesti non di ricerca. La piattaforma consente un alto grado di personalizzazione (scelta del genere musicale preferito, vari livelli di difficoltà in base alla complessità di combinazione di passi e di velocità di riproduzione). Il suo obiettivo generale, come illustrato, è quello di massimizzare il coinvolgimento della popolazione target, promuovendo attività fisica sotto carico cognitivo e sfruttando il potenziale della musica e dei videogiochi in termini di coinvolgimento, motivazione e piacevolezza.

In misure differenti, tutti i bambini coinvolti hanno ottenuto miglioramenti. In ambito motorio si sono verificati cambiamenti sul piano sia quantitativo sia qualitativo in termini di Equilibrio, Coordinazione, Sequenzialità, Temporalità, Fluenza e Velocità. Sul piano cognitivo invece un'alta significatività dei risultati è stata riportata nelle capacità di Attenzione Visuo-Selettiva, Attenzione Uditivo-Selettiva, Capacità di Inibizione e Intelligenza Fluida.

Le caratteristiche della piattaforma quali automonitoraggio motorio, istruzioni visive e sorgenti sonore, all'interno di un videogioco di ballo su canzoni gradite utilizzate come fattori motivazionali, sono risultate efficaci nel coinvolgere e incoraggiare il campione di bambini che si è approcciato positivamente al training.

La frequenza delle sedute a due volte a settimana è stata percepita come adeguata, il training è stato utilizzato in maniera costante e la compliance dei soggetti al gioco durante i due mesi e mezzo è stata pressoché continua.

Per la riproduzione della coreografia di passi, si pensa che l'utilizzo di un monitor più grande dal quale ricevere le istruzioni possa essere un accorgimento importante al fine di promuovere e sostenere l'attenzione per tempi più lunghi, agevolare la coordinazione oculo-podolica e migliorare il coinvolgimento dei bambini.

E ancora, per eventuali progetti futuri, altro suggerimento importante sarà quello di avere un gruppo di confronto composto da bambini di pari età rispetto al campione, così da garantire l'effettiva efficacia dello strumento Carpet Diem.

Rimane da precisare, soprattutto se viene pensato un utilizzo della piattaforma in una prospettiva riabilitativa, il ruolo della mediazione del TNPEE nella triangolazione fra bambino e videogioco, la sua centralità nella personalizzazione dell'attività a partire dalla valutazione delle competenze, il tutto inserito nella conoscenza specifica degli aspetti caratteristici della ID lieve.

La sperimentazione ha poi fornito altri spunti di riflessione su possibili applicazioni a casa in attività condivise con familiari e coetanei. Si è quindi pensato di proporre il training decentrandolo, facendo sì che venga eseguito a casa e supervisionato tramite internet dall'operatore che in questo modo può calibrare il livello di difficoltà nella successione di complessità, rispetto alle capacità del bambino.

Visti gli esiti della sperimentazione, pensiamo che questo strumento sia utile da impiegare nella pratica neuropsicomotoria per modificare componenti motorie e cognitive nello sviluppo di bambini con Disabilità Intellettive Lievi.

Alla luce dell'esperienza di rimodulare il nostro approccio e la metodologia «a distanza», avvenuta in questi tempi nei quali la pandemia ha modificato setting e ruoli, la sperimentazione di strumenti come quello presentato può risultare di interesse e utilità.

## RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento all'Istituto di Informatica e Telematica (IIT) del CNR di Pisa che ha progettato, realizzato e implementato lo strumento Carpet Diem, a tutti i partecipanti e alle rispettive famiglie, ai colleghi e a tutte le persone che ci hanno aiutato in questa ricerca.

### ABSTRACT

*Many studies have shown how important physical activity is for well-being and quality life. For those people having cognitive disabilities and generally very sedentary, physical activity could also produce cognitive benefits because physical exercise indirectly influences executive functions such as memory, planning skills, etc., In order to ensure the involvement of people with cognitive disabilities in motor training activities, it is necessary to design intervention adaptable to each person's needs and interests. For this purpose, we have developed an interactive video game that uses dance as a motivational factor to simultaneously promote the training of cognitive and motor skills. We performed a study with a sample of children with mild cognitive disabilities. Results seem to demonstrate the system's effectiveness, having produced positive effects on the cognitive and motor skills of the children involved. Furthermore, families reported strong positive impact*

*on daily life in terms of increased self-esteem, autonomy and social activation. Considering these positive results and the users' multifunctional involvement, we believe that this tool (Carpet Diem) could be useful in neuropsychomotor training aimed at this target.*

### Keywords

*Cognitive disability, psycho-motor training, interactive system, physical activity, mental and physical well-being.*

## BIBLIOGRAFIA

- APA (2013), *DSM-5 Diagnostic and statistical manual of mental disorders*, Fifth Edition, American Psychiatric Publishing, Washington, DC. Trad. it., *DSM-5: Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*, Milano, Raffaello Cortina Editore. Traduzione italiana della Quinta edizione di Francesco Saverio Bersani, Ester di Giacomo, Chiarina Maria Inganni, Nidia Morra, Massimo Simone, Martina Valentini.
- Baddeley A.D. e Logie R.H. (1999), *Working memory: the multiple-component model*. In A. Miyake e P. Shah (Eds), *Models of Working memory, mechanisms of active maintenance and executive control*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 28-61, <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.005>
- Best J.R. (2010), *Effects of physical activity on children's executive function: contributions of experimental research on aerobic exercise*, «Developmental Review», vol. 30, n. 4, pp. 331-551, <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.08.001>, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273229710000304>.
- Biddle J.R. e Asare M. (2011), *Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews*, «British Journal of Sports Medicine», vol. 45, n. 11, pp. 886-895, doi:10.1136/bjsports-2011-090185.
- Abd El-Hady S.S., Abd El-Aziem F.H., Abd El-Aziem H. e El-Talawy M. (2018), *Correlation between cognitive function, gross motor skills and health - Related quality of life in children with Down Syndrome*, «Egyptian Journal of Medical Human Genetics», vol. 19, n. 2, pp. 97-101, <https://doi.org/10.1016/j.ejmhg.2017.07.006>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S111086301730071X>.
- Fabbro F. (2012), *Manuale di neuropsichiatria infantile. Una prospettiva psicoeducativa*, Roma, Carocci Editore.
- Fedewa A.L. e Ahn S. (2011), *The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis*, «Research Exercise and Sport», vol. 82, n. 3, pp. 521-534, doi:10.1080/02701367.2011.10599785.
- King M., Shields N., Imms C., Black M. e Ardern C. (2013), *Participation of children with intellectual disability compared with typically developing children*, «Research in Developmental Disabilities», vol. 34, n. 5, pp. 1854-1862, <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.02.029>.
- Laessle U., Hoek H.C., Simonsen O. e Voigt M. (2008), *Residual attentional capacity amongst young and elderly during dual and triple task walking*, «Human Movement Science», vol. 27, n. 3, pp. 496-512, <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.12.001>.
- Lotan M., Isakov E., Kessel S. e Merrick J. (2004), *Physical fitness and functional ability of children with intellectual disability: effects of a short-term daily treadmill intervention*, «The scientific world journal», vol. 4, pp. 449- 457, doi: 10.1100/tsw.200497.
- Lubans D., Richards J., Hillman C., Faulkner G., Beauchamp M., Nilsson M., Kelly P., Smith J., Raine L. e Biddle S. (2016), *Physical activity for cognitive and mental health in youth: a systematic review of mechanisms*, «Pediatrics», vol. 138, n. 3, e20161642, <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1642>.
- Massenz M. e Simonetta E. (2002), *La valutazione psicomotoria*, Milano, FrancoAngeli.

- Pichierri G., Wolf P., Murer K. e de Bruin E.D. (2011), *Cognitive e motor-cognitive interventions affecting physical functioning: a systematic review*, «BMC geriatrics», vol. 11, n. 1, 29, doi: 10.1186/1471-2318-11-29.
- Pichierri G., Murer K. e de Bruin E.D. (2012), *A cognitive-motor intervention using a dance video game to enhance foot placement accuracy and gait under dual task conditions in older adults: a randomized controlled trial*, «BMC geriatrics», doi: 10.1186/1471-2318-12-74.
- Russell V.A., Zigmond M.J., Dimatelis J.J., Daniels W.M. e Mabandla M.V. (2014), *The interaction between stress and exercise, and its impact on brain function*, «Metabolic Brain Disease», vol. 29, n. 2, pp. 255-260, doi:10.1007/s11011-013-9479-y.
- Schoene D., Valenzuela T., Lord S.R. e de Bruin E.D. (2014), *The effects of interactive cognitive-motor training in reducing fall risk in older people: a systematic review*, «BMC geriatrics», vol. 14, n. 1, p. 107, doi: 10.1186/1471-2318-14-107.
- Senette C., Trujillo A., Perrone E., Bargagna S., Buzzi M.C., Buzzi M., Leporini B. e Piatti A.E. (2018), *An interactive cognitive-motor training system for children with intellectual disability*. In Antona M. e Stephanidis C. (Eds), *Universal Access in Human-Computer Interaction. Methods, Technologies, and Users*, UAHCI 2018, Lecture Notes in Computer Science, vol. 10907, Springer, Cham, pp. 571-582, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92049-8\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92049-8_42).
- Sibley B.A. e Etnier J.L. (2003), *The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis*, «Pediatric exercise science», vol. 15, n. 3, pp. 243-256, <https://doi.org/10.1123/pes.15.3.243>.
- Studenski S., Perera S., Hile E., Keller V., Spadola-Bogard J. e Garcia J. (2010), *Interactive video dance games for healthy older adults*, «The Journal of Nutrition, Health & Aging», vol. 14, n. 10, pp. 850-852, doi: 10.1007/s12603-010-0119-5.
- Temple V.A. (2007), *Barriers, enjoyment and preference for physical activity among adults with intellectual disability*, «International Journal of Rehabilitation Research», 2007, vol. 30, n. 4, pp. 281-287, doi:10.1097/MRR.0b013e3282f144fb.
- Vaughan L. e Giovanello K. (2010), *Executive function in daily life: Age-related influences of executive processes on instrumental activities of daily living*, «Psychology and aging», vol. 25, n. 2, pp. 343-355, <https://doi.org/10.1037/a0017729>.
- Verschuren O., Ketelaar M., Gorter J.W., Helders P.J.M., Uiterwaal C.S. e Takken T. (2007), *Exercise training program in children and adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial*, «Archives of Pediatric and Adolescent Medicine», vol. 161, n. 11, pp. 1075-1081, doi:10.1001/archpedi.161.11.1075.
- Westendorp M., Houwen S., Hartman E. e Visscher C. (2011), *Are gross motor skills and sports participation related in children with intellectual disabilities?*, «Research in Developmental Disabilities», vol. 32, n. 3, pp. 1147-1153, doi:10.1016/j.ridd.2011.01.009.
- Woodmansee C., Hahne A., Imms C. e Shields N. (2016), *Comparing participation in physical recreation activities between children with disability and children with typical development: a secondary analysis of matched data*, «Research in developmental disabilities», vol. 49, n. 50, pp. 268-276, doi:10.1016/j.ridd.2015.12.004.