



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**ATTIVITÀ FISICA E FUNZIONI ESECUTIVE: L'EFFETTO DELLA DIDATTICA
IN MOVIMENTO SU ATTENZIONE E ROTAZIONI MENTALI NELLA SCUOLA
PRIMARIA**

Relatore: Prof.ssa Erica Gobbi

Laureando: Francesco De Vivo

N° di matricola: 1162038

Anno Accademico 2024/2025

*Al coraggio di lasciare la strada vecchia per seguire il cuore e le passioni,
Alla mia famiglia e ai miei amici che mi hanno sostenuto nella scelta,
Alle persone mi hanno fatto amare questo nuovo percorso.*

INDICE

ABSTRACT.....	2
1. INTRODUZIONE.....	3
1.1 Le funzioni esecutive: attenzione e rotazioni mentali.....	3
1.2 La relazione tra attività fisica e funzioni esecutive.....	4
1.3 Il concetto di didattica in movimento	5
1.4 Obiettivi della ricerca.....	6
2. MATERIALI E METODI	7
2.1 Partecipanti e procedura.....	7
2.2 Strumenti.....	7
2.3 Intervento	10
2.4 Analisi Statistica.....	13
3. RISULTATI	14
4. DISCUSSIONE.....	18
5. CONCLUSIONE	21
BIBLIOGRAFIA	23

ABSTRACT

Questo studio mira ad analizzare la relazione tra la didattica in movimento e le funzioni esecutive in bambini di quarta elementare. Il focus è stato posto sull'effetto in acuto dell'attività fisica sull'attenzione e sull'effetto cronico sulle rotazioni mentali. Sono stati selezionati due campioni, uno sperimentale e uno di controllo, composti rispettivamente da due classi di 21 (13 M, 8 F) e 23 (11 M, 12 F) alunni. Il gruppo sperimentale ha svolto 3 lezioni di geometria della durata di 2 ore ciascuna attraverso la didattica in movimento, mentre il gruppo di controllo ha svolto gli stessi argomenti con la medesima suddivisione temporale mediante la didattica tradizionale. L'effetto cronico dell'attività fisica sulle rotazioni mentali è stato analizzato con un test creato *ad hoc* e composto da 10 items riguardanti le rotazioni nello spazio di diverse figure. L'effetto in acuto sull'attenzione è stato studiato attraverso il test validato di cancellazione dei quadratini tratto dal Manuale "Attenzione e Metacognizione" di Marzocchi (2000). Sono stati inoltre somministrati test e questionari per indagare l'effetto sull'apprendimento della geometria, il livello di comprensione della lingua italiana e l'influenza dell'intervento sulla quantità di attività fisica svolta in classe (PAQ-C).

Dalle analisi è risultato un effetto significativo della didattica in movimento sull'attenzione e un effetto positivo sulle rotazioni mentali, mentre non è stato riscontrato alcun miglioramento nei risultati riguardanti il livello di attività fisica svolta.

1. INTRODUZIONE

1.1 Le funzioni esecutive: attenzione e rotazioni mentali

Le funzioni esecutive (FE) sono una famiglia di processi mentali top-down che consentono, ad esempio, di mantenere la concentrazione, di risolvere nuovi problemi o di analizzare le situazioni da diverse prospettive. Le FE vengono reclutate quando non è sufficiente affidarsi all'intuizione o all'istinto, come quando ci si trova davanti a sfide nuove o impreviste e servono grande autocontrollo e capacità di adattamento (Diamond A., 2020).

Esistono vari modelli che offrono differenti visioni sull'organizzazione del sistema delle FE, ma tutti concordano sul fatto che le FE svolgano diverse sotto funzioni, per la maggior parte gestite con un ordine gerarchico dalla corteccia prefrontale (CPF). Il ruolo fondamentale della CPF è stato infatti dimostrato sia da studi di neuroimaging che da studi neuropsicologici che ricercavano associazioni lesione-deficit in pazienti con lesioni cerebrali (Cristofori et al., 2019).

Esistono tre funzioni esecutive fondamentali: la memoria di lavoro (MDL), il controllo inibitorio (CI) e la flessibilità cognitiva, ognuna delle quali è caratterizzata da due sottocomponenti (Diamond A., 2020).

La MDL viene definita come il sistema necessario per trattenere ed elaborare informazioni durante lo svolgimento di compiti complessi come il ragionamento, la comprensione e l'apprendimento (Baddeley A., 2010). La memoria di lavoro è composta da due parti che si distinguono, sulla base della tipologia di contenuto, in MDL verbale e MDL visuospaziale. Questa funzione esecutiva risulta fondamentale quando si vogliono eseguire dei calcoli, quando si mette in relazione uno stimolo appena ricevuto con un altro ricevuto in un precedente momento o, ancora, quando si utilizza un concetto appreso in passato per risolvere una situazione attuale (Diamond A., 2020).

Il controllo inibitorio è una funzione esecutiva fondamentale per lo sviluppo dei bambini. È infatti coinvolto nell'inibizione di una risposta dominante e di pensieri o comportamenti non pertinenti al compito da svolgere. Questi processi sono essenziali per lo sviluppo sociale, emotivo e cognitivo dei bambini. (Watson e Bell, 2013). Le due componenti del CI sono l'inibizione di una risposta e il controllo delle interferenze. La prima fa riferimento all'autocontrollo, ovvero alla capacità di resistere al primo impulso per attuare, invece, un comportamento più adeguato al contesto e alla situazione. Il controllo delle interferenze è legato invece alla capacità del soggetto di mantenere l'attenzione e di governare i propri pensieri, resistendo a distrazioni esterne, come rumori o altri stimoli ambientali, o interne, come pensieri improvvisi e indesiderati. Questa seconda componente richiama fortemente il

concetto di memoria di lavoro, inteso come capacità di tenere in mente un determinato concetto nonostante si stia svolgendo un altro compito, a dimostrazione di come le funzioni esecutive siano strettamente connesse tra loro (Diamond A., 2020).

Infine, la flessibilità cognitiva è, da un lato, la capacità di cambiare atteggiamento mentale riuscendo a modificare il proprio punto di vista e, dall'altro, l'abilità di sapersi adattare in modo rapido e flessibile ai cambiamenti ambientali, trovando soluzioni alternative per riuscire a svolgere il compito richiesto o per raggiungere l'obiettivo prefissato (Diamond A., 2020).

Queste tre funzioni esecutive stanno alla base di funzioni esecutive di ordine superiore come il ragionamento, la risoluzione di problemi e la pianificazione, oltre ad avere un ruolo fondamentale nello sviluppo dell'autoregolazione, ovvero quell'insieme di processi che determinano un comportamento intenzionale e orientato ad un obiettivo, tipicamente entro un ridotto spazio temporale (Hofmann, 2012).

1.2 La relazione tra attività fisica e funzioni esecutive

Gli aspetti di maggior rilevanza, per poter comprendere appieno la relazione tra attività fisica e funzioni esecutive, riguardano la tipologia e la durata dell'attività fisica proposta.

Per quanto riguarda la tipologia, l'attività fisica può essere distinta in AF con componente cognitiva e a componente cognitiva ridotta. La prima riguarda proposte che richiedono capacità di ragionamento, pianificazione, calcolo e problem solving oltre all'impegno motorio, mentre la seconda prende in considerazione allenamenti di tipo aerobico o di resistance training.

Dalla revisione sistematica di Diamond e Ling (2016), emerge come questa seconda tipologia porti a miglioramenti piccoli o inesistenti delle funzioni esecutive, senza differenze significative nei test pre o post-intervento. Al contrario, l'attività fisica con componente cognitiva sembra portare ad effetti maggiormente significativi sul miglioramento delle FE.

Il secondo aspetto di fondamentale importanza è la durata degli interventi di attività fisica, categorizzabili come acuti, ovvero conclusi nell'arco di una singola sessione, o longitudinali, suddivisi cioè in più sessioni all'interno di un range temporale di settimane.

In particolare, l'attività fisica acuta sembra essere efficace per stimolare e migliorare l'attenzione, ma non porta ad un miglioramento effettivo delle funzioni esecutive. I programmi di intervento longitudinali, invece, mostrano miglioramenti significativi delle funzioni esecutive e sull'attenzione selettiva (de Greeff et al., 2018).

Inoltre, ponendo in relazione i programmi longitudinali con la tipologia di attività fisica, è interessante osservare come interventi longitudinali con componente cognitiva sembrano avere effetti da moderati a rilevanti, mentre interventi longitudinali di attività aerobica mostrino un effetto da piccolo a moderato (de Greeff et al., 2018).

1.3 Il concetto di didattica in movimento

Il concetto di didattica in movimento deriva da quello di didattica attiva, che comprende tutte quelle metodologie didattiche che pongono lo studente al centro del processo di apprendimento.

La didattica in movimento, in particolare, invita gli alunni a scoprire nuovi concetti attraverso un approccio che si basa sull'attività fisica.

Quest'ultima può essere cognitivamente coinvolgente, richiedendo quindi capacità di ragionamento e problem solving strettamente legate con gli argomenti oggetto di studio, o senza alcun impegno cognitivo, comprendendo quindi tutte quelle attività aerobiche o di resistance training che vengono inserite all'interno della lezione senza però avere un collegamento diretto con le materie che si stanno affrontando (Diamond e Ling, 2016).

In letteratura, sono presenti diversi studi che hanno esaminato i benefici derivanti dalla didattica in movimento.

Ad esempio, TAKE 10! è un programma nato nel 1999 per ridurre i comportamenti sedentari durante la giornata scolastica nelle scuole elementari e per aumentare i minuti strutturati di attività fisica in classe, senza sacrificare il tempo dedicato all'apprendimento didattico. Kibbe DL et al. (2011) hanno esaminato oltre 10 anni di studi basati su TAKE 10! osservando come un simile programma di didattica in movimento porti ad un aumento della quantità di attività fisica dei bambini, ad una riduzione dei comportamenti off-task e ad un miglioramento dell'autoefficacia e del rendimento scolastico.

Un altro programma, Texas I-CAN!, ha osservato come la didattica in movimento permetta agli studenti di raggiungere un livello di attività fisica molto vicino a quello consigliato dalle linee guida internazionali e, inoltre, ha ottenuto dei risultati molto interessanti riguardo la memorizzazione dell'ortografia a distanza di 2 settimane dall'intervento rispetto ad un gruppo di controllo (Bartholomew e Jowers, 2011).

Infine, il programma "Maths on the move" si basava su tre lezioni settimanali da 30 minuti ciascuna, caratterizzate dall'insegnamento delle tabelline attraverso giochi di locomozione, talvolta con componente cognitiva e talvolta maggiormente legati alla componente aerobica. Anche in questo caso

è stato osservato un miglioramento nell'apprendimento rispetto a quello del gruppo di controllo e, soprattutto, un aumento significativo del livello di attività fisica svolto a scuola dai bambini (Vetter et al., 2020).

1.4 Obiettivi della ricerca

Sulla base di quanto analizzato in letteratura, questa ricerca si pone l'obiettivo di esaminare come la didattica in movimento agisca sulle funzioni esecutive in studenti della scuola primaria.

La natura stessa dell'ambiente scolastico, dove è richiesto un costante impegno a livello cognitivo, lo candida come il luogo ideale per valorizzare le funzioni esecutive, affiancando la componente motoria a quella cognitiva.

In particolare, questa ricerca valuta i possibili effetti di un programma longitudinale di attività fisica, distribuito durante 3 lezioni di geometria, sulle rotazioni mentali e dell'intervento in acuto, costituito dunque da una singola lezione, sulle variazioni di attenzione.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Partecipanti e procedura

Per questo studio sono state coinvolte due classi quarte della Scuola Primaria “Giacomo Leopardi” dell’Istituto Comprensivo Briosco di Padova. Dopo aver presentato il progetto ai docenti delle classi coinvolte e aver ottenuto l’approvazione da parte del Dirigente Scolastico, sono state raccolte le autorizzazioni dei genitori: tra le famiglie dei 44 alunni componenti le due classi, 43 hanno autorizzato la raccolta dei dati.

Sono stati successivamente esclusi i dati di 5 alunni con disabilità intellettiva: 3 del gruppo sperimentale e 2 del gruppo di controllo.

I dati raccolti appartengono dunque a 38 alunni: 18 facenti parte del gruppo sperimentale, composto da 11 maschi e 7 femmine, e 20 appartenenti al gruppo di controllo, composto invece da 8 maschi, 11 femmine più un/a alunno/a che non era presente nel giorno in cui è stato somministrato il questionario demografico.

Ad ogni studente è stato assegnato un codice numerico identificativo per la raccolta dei dati.

L’intervento si è poi svolto nell’arco di 5 giorni, suddivisi come segue.

Lunedì sono stati somministrati il questionario sociodemografico e il PAQ-C, il test sulle rotazioni mentali e la verifica di geometria pre-intervento.

Martedì, mercoledì e giovedì sono state svolte le tre lezioni, di due ore ciascuna, rispettivamente su perimetro del quadrato e del rettangolo, area del quadrato e del rettangolo e ripasso delle formule osservate nei due giorni precedenti. Gli argomenti sono stati proposti attraverso la didattica in movimento nel gruppo sperimentale e attraverso la didattica tradizionale nel gruppo di controllo.

Il mercoledì sono stati inoltre somministrati i test sull’attenzione pre e post-lezione.

Il venerdì, infine, sono stati nuovamente somministrati il test sulle rotazioni mentali e la verifica di geometria post-intervento.

Il lunedì della settimana successiva a quella dell’esperimento, sono stati infine somministrati un test per verificare il livello di comprensione della lingua italiana e il PAQ-C post-intervento.

2.2 Strumenti

Per ottenere dati anagrafici fondamentali, il questionario sociodemografico somministrato chiedeva agli studenti, in forma anonima, il loro anno di nascita, il sesso, se praticassero qualche sport e con

quale frequenza settimanale, che lingua parlassero a casa coi genitori e se la matematica piacesse loro o meno.

Per indagare sui livelli di attività fisica degli studenti è stata utilizzata la versione italiana (Gobbi et al., 2016) del PAQ-C, acronimo di Physical Activity Questionnaire for Older Children (Crocker et al., 1997). Si tratta di un questionario validato e specifico per la fascia d'età 8-14 anni, che ha l'obiettivo di investigare sulla quantità di attività fisica svolta nei 7 giorni precedenti alla compilazione del questionario.

Il PAQ-C è composto da 10 items, di cui solo i primi 9, a ciascuno dei quali viene attribuito un punteggio su una scala da 1 (basso livello di attività fisica) a 5 (alto livello di attività fisica), vengono considerati nell'analisi dei dati. Il primo item contiene 23 differenti attività fisiche o sportive che lo studente può aver svolto durante i 7 giorni precedenti. Gli items dal 2 al 7 indagano invece sul livello di attività fisica svolta durante specifici momenti della giornata. L'ottavo item chiede all'alunno di indicare quale delle 5 affermazioni descriva meglio il suo comportamento, inteso come approccio all'attività fisica, nella settimana precedente. Il nono item, invece, analizza la frequenza con cui è stata svolta attività fisica, esaminandone la quantità compiuta giorno per giorno. Infine, il decimo item, escluso dalla raccolta dati, chiede allo studente se ci sia stato qualcosa che gli abbia impedito di svolgere attività fisica.

Al PAQ-C sono state inoltre aggiunte 3 domande riguardanti il gradimento dell'ambiente scolastico da parte degli alunni, valutate con una scala da 4 (alto gradimento) a 1 (basso gradimento), e 4 items legati alle sensazioni e alle emozioni provate durante lo svolgimento di attività fisica, valutati con un punteggio da 1 a 5.

Infine, nella versione del questionario post-intervento presentata agli studenti del solo gruppo sperimentale, sono state inserite 3 domande legate alla piacevolezza dell'esperienza appena vissuta, a ciascuna delle quali veniva attribuito un punteggio da 1 (scarsa piacevolezza) a 4 (alta piacevolezza).

Per quanto riguarda lo studio delle funzioni esecutive, in questo studio sono state prese in considerazione l'attenzione sostenuta e le rotazioni mentali, entrambe considerabili come il risultato dell'intersezione delle tre principali FE.

In particolare, l'attenzione sostenuta, attraverso il metodo di valutazione somministrato, era riconducibile a tutte le tre componenti: era necessario conservare un'informazione iniziale durante lo svolgimento di un compito complesso (memoria di lavoro), bisognava discriminare gli stimoli corretti

dalle possibili interferenze (controllo inibitorio) ed era essenziale passare da un compito a quello successivo in maniera rapida ed efficace (flessibilità cognitiva).

Per quanto riguarda le rotazioni mentali, invece, sono state considerate come un riflesso della flessibilità cognitiva, poiché la principale capacità richiesta era quella di osservare vari oggetti da diverse prospettive.

Nello specifico, per valutare la capacità di rotazione mentale degli alunni, è stato somministrato un test, della durata di 10 minuti, creato *ad hoc* per questo esperimento. Il test consisteva in 10 items raffiguranti le rotazioni di diverse figure e, nello specifico, i primi 7 items prendevano in analisi le rotazioni di figure piane intorno ad un asse verticale, mentre gli ultimi 3 le rotazioni di figure solide nello spazio tridimensionale.

In particolare, i primi 3 items riguardavano la rotazione di lettere in stampatello maiuscolo (R, F, S), il quarto item la rotazione del numero 4, gli items 5, 6 e 7 la rotazione di figure geometriche piane (rispettivamente triangolo, quadrato e rettangolo) e gli ultimi tre items la rotazione di cubi colorati nello spazio 3D.

Ogni item proponeva tre possibili rotazioni della figura di partenza, di cui solamente una corretta.

Per indagare sull'andamento dell'attenzione nell'arco della giornata scolastica, invece, è stato proposto il Test di cancellazione dei quadratini (figura 1) tratto dal Manuale di "Attenzione e Metacognizione" (Marzocchi, 2000).

Nella sua versione originale, il test consisteva in due fogli contenenti 4 blocchi di bersagli ciascuno. Ogni blocco era costituito da tre righe di quadratini, all'interno delle quali l'alunno doveva riconoscere e cancellare i quadratini identici ai tre illustrati all'inizio del blocco. La difficoltà principale era data dal fatto che i tre quadratini da cancellare cambiavano per ogni blocco, per cui lo studente doveva rapidamente concentrarsi sui nuovi bersagli "dimenticando" i precedenti.

Questo test, nato come prova a tempo da somministrare individualmente e da completare in un massimo di 6 minuti, è stato adattato per ragioni di praticità e di tempo a disposizione.

Il test era infatti composto da due soli blocchi di bersagli, sia nella versione pre-lezione che in quella post-lezione, ed è stato consegnato a tutti gli alunni contemporaneamente.

La principale regola imposta agli studenti era di girare il foglio una volta terminata la cancellazione dei quadratini individuati, in modo che non potessero rianalizzare ed eventualmente correggere quanto fatto, o allo scadere dei 6 minuti. Subito dopo aver eseguito questa operazione, agli alunni era

inoltre richiesto di alzare la mano e mostrare un pezzo di carta contenente il loro codice personale, in modo da permettere agli sperimentatori di segnare quanto tempo ogni soggetto avesse impiegato per concludere test.

Per evitare che l'effetto apprendimento potesse influire sui risultati del test post-intervento, le due versioni proposte erano, per scelta, diversa l'una dall'altra.

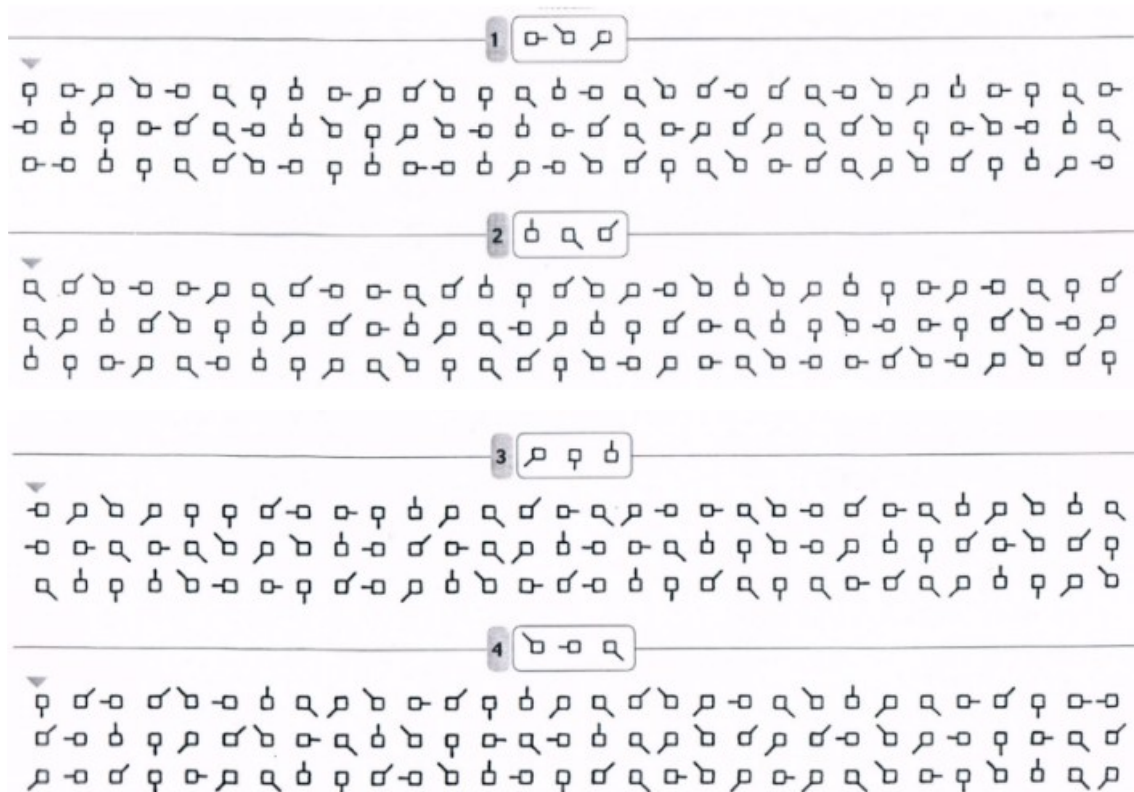


Figura 1. Test di cancellazione dei quadratini pre (1-2) e post (3-4) intervento

2.3 Intervento

Prima dell'inizio dell'intervento sono state concordate alcune regole con gli insegnanti, in modo che i risultati dei test e dei questionari post-intervento fossero influenzati dal minor numero possibile di variabili.

Nello specifico, per entrambe le classi è stato deciso di non attribuire compiti da eseguire a casa, in modo che l'apprendimento fosse strettamente legato a quanto fatto in classe.

Inoltre, all'insegnante della classe di controllo, è stato chiesto di svolgere tutte le lezioni esclusivamente attraverso la didattica tradizionale, evitando qualunque attività laboratoriale o riconducibile a didattica in movimento.

L'intervento, a livello pratico, si è poi sviluppato in 3 lezioni da due ore ciascuna in tre giorni consecutivi (da martedì a giovedì) ed è stato suddiviso in base agli argomenti oggetto di studio: il primo giorno sono stati affrontati il concetto di perimetro e le formule del quadrato e rettangolo per calcolarlo, il secondo giorno è stato proposto un lavoro analogo riguardante, però, il concetto di area e le relative formule, mentre il terzo giorno è stato dedicato ad attività di ripasso delle formule introdotte nei due giorni precedenti e, in parte, alla scoperta autonoma del concetto di figure isoperimetriche.

Nel gruppo sperimentale, gli argomenti sono stati affrontati attraverso la didattica in movimento. Tutte le attività proposte includevano le 3 categorie di Fundamental Movement Skills (locomozione, manipolazione/controllo di oggetti ed equilibrio) e comprendevano sia attività inerenti ai concetti studiati, sia attività di tipo aerobico e giochi collaborativi non direttamente centrate sugli argomenti. Nel gruppo di controllo, contemporaneamente, le lezioni si sono svolte in modalità tradizionale, con lezioni frontali basate sul libro "Studio perché 4 - Matematica" del Gruppo Editoriale Raffaello.

Durante l'ultima delle tre giornate di lezione è stato somministrato il test di cancellazione dei quadratini. La versione pre-lezione è stata eseguita alle 8 del mattino, prima dell'inizio delle attività, mentre la versione post-lezione alle ore 10 subito dopo la fine delle attività di entrambi i gruppi.

Ad ogni studente è stato assegnato il test da eseguire e un foglio indicante il codice numerico di riferimento. Una volta terminata la cancellazione dei quadratini o quando scadeva il tempo massimo a disposizione di 6 minuti, gli alunni dovevano girare il foglio del test e alzare il codice numerico orientandolo verso il fondo dell'aula. In questa posizione si trovava infatti una videocamera che inquadrava gli studenti di spalle per garantirne la privacy, ma che permetteva di segnare i codici dei bambini che terminavano il test in anticipo.

Durante l'ultimo giorno di intervento sono stati nuovamente somministrati, in ordine, la verifica di geometria e il test sulle rotazioni mentali.

Durante tutta la durata delle attività, all'interno dell'aula del gruppo sperimentale erano presenti due sperimentatori e il docente di riferimento, mentre la conduzione delle lezioni nel gruppo di controllo erano affidate alla sola insegnante della rispettiva classe. Inoltre, gli studenti con disabilità intellettiva erano costantemente supervisionati dagli insegnanti di sostegno, con i quali svolgevano attività parallele nella maggior parte del tempo all'esterno dell'aula.

Per quanto riguarda la somministrazione di test e questionari, invece, erano presenti due sperimentatori e l'insegnante di riferimento sia nel gruppo sperimentale che in quello di controllo, ad

eccezione del test sull'attenzione durante il quale era presente un solo sperimentatore per gruppo oltre all'insegnante della rispettiva classe.

Il lunedì della settimana successiva a quella d'intervento, i docenti delle due classi hanno svolto in autonomia il test di comprensione di italiano e hanno permesso, agli studenti assenti il venerdì precedente, di recuperare la verifica di geometria e il test sulle rotazioni mentali. Nella stessa giornata, inoltre, il gruppo sperimentale ha compilato nuovamente il PAQ-C.

Infine, ad un mese di distanza dalla fine dell'intervento, entrambi i gruppi hanno svolto un follow-up della verifica di geometria.

I risultati dei test di rotazioni mentali, del test di cancellazione dei quadratini, del questionario sociodemografico e del PAQ-C sono stati calcolati dagli sperimentatori, mentre le verifiche di geometria e i test di comprensione di italiano sono stati corretti e valutati dall'insegnante del gruppo sperimentale.

Tutti i dati raccolti sono stati successivamente tabulati in un unico file Excel, in modo che tutti i risultati dei test e dei questionari di un determinato studente fossero ordinati all'interno della stessa riga.

Di seguito, alcune immagini relative alle attività di didattica in movimento proposte durante l'intervento:



2.4 Analisi Statistica

I risultati sono stati descritti attraverso frequenze (conteggi, frequenze percentuali) per le variabili nominali, mentre con media e deviazione standard, valore minimo e massimo, per le variabili quantitative.

Il t-test per campioni appaiati è stato utilizzato per analizzare le differenze nella quantità di attività fisica (PAQ-C) riportate dal gruppo sperimentale tra la settimana precedente l'intervento e la settimana con somministrazione dell'intervento.

Un'analisi Anova per misure ripetute (RM_ANOVA) è stata utilizzata per indagare le differenze tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo nelle variabili dipendenti osservate in relazione alle funzioni esecutive (test dei quadratini e rotazioni mentali).

Tutti i dati sono stati analizzati con SPSS (Version 26) ed è stata considerata una significatività statistica con $p < .05$.

3. RISULTATI

L'analisi delle caratteristiche dei partecipanti, suddivisi tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo, è riportata in tabella 1.

Le ultime due righe contengono le risposte dei soggetti agli items che indagavano su che lingua parlassero a casa coi genitori e se la matematica fosse una materia gradita o meno.

Tabella 1. Caratteristiche descrittive dei partecipanti

		Gruppo	
		Sperimentale	Controllo
		<i>n</i>	<i>n</i>
Sesso	Maschio	11	8
	Femmina	7	11
	Totale	18	19
Sport (Si/No)	Sport	11	10
	Non sport	7	8
Gare (Si/No)	Gare (agonismo)	8	9
	Non gare	10	10
Italiano (Si/No)	Italiano	10	12
	Altra lingua	8	7
Matematica (Si/No)	Gradita	10	12
	Non gradita	8	7

Per quanto riguarda la pratica sportiva settimanale dei partecipanti, le misure quantitative sono state raccolte nella tabella 2. Nella prima riga viene preso in considerazione il numero di sessioni settimanali, mentre nella seconda la durata in minuti di ogni singola sessione.

Di 21 soggetti praticanti sport, solamente 17 hanno indicato in modo chiaro quanti minuti durasse una singola sessione di attività sportiva.

Tabella 2. Misure quantitative della pratica sportiva

	N	Minimo	Massimo	Media	DS
Sessioni/settimana	21	1	5	2.6	1
Durata sessione	17	45'	180'	104' 6''	36' 30''

Per valutare l'effetto dell'intervento in termini di attività fisica è stato utilizzato il t-test per campioni appaiati prendendo in analisi il PAQ-C pre e post-intervento del solo gruppo sperimentale.

I risultati, riportati nella tabella 3, non hanno mostrato alcuna significatività ($p > 0.05$) relativamente all'aumento di attività fisica durante la settimana dell'intervento rispetto a quella precedente.

Tabella 3. Differenze di AF settimanale dovute all'intervento

	N	Media	DS
PAQ-C pre	16	2.7	0.5
PAQ-C post	16	2.6	0.6

L'analisi multivariata sulle differenze tra gruppi nei test di rotazioni mentale e attenzione, ha mostrato un effetto significativo del tempo ($F = 13.35, p < 0.01$), indicando un complessivo miglioramento dei due gruppi tra il pre e il post-intervento. Inoltre, è emersa un'interazione significativa tra tempo e gruppo ($F = 2.73, p = 0.04$) che suggerisce come il miglioramento nel tempo dipenda dall'appartenenza al gruppo sperimentale o al gruppo di controllo.

Nella tabella 4 sono riportati i dati relativi ai test sull'attenzione e sulle rotazioni mentali. In particolare, vengono presi in considerazione i delta tra pre e post-intervento dei due gruppi e i risultati dell'Anova per misure ripetute relativi alle differenze tra i due campioni.

Tabella 4. Differenze tra gruppo sperimentale e di controllo nelle variazioni pre-post

Variabile	Gr. sperimentale		Gr. controllo		Totale		F	Sig.	η^2
	(N=18)		(N=19)		(N=37)				
	Media	DS	Media	DS	Media	DS			
Delta_ROT	1.00	1.37	0.00	2.19	0.49	1.88	2.74	0.11	0.07
Delta_Corretti1	3.78	3.08	5.63	5.55	4.73	4.55	1.55	0.22	0.04
Delta_Corretti2	11.17	8.02	4.53	8.60	7.76	8.87	5.89	0.02	0.14
Delta_Omiss1	-1.78	3.08	-3.63	5.55	-2.73	4.56	1.55	0.22	0.04
Delta_Omiss2	-9.17	8.02	-2.53	8.60	-5.76	8.87	5.89	0.02	0.14
Delta_Fp1	-0.56	1.10	-2.53	10.32	-1.57	7.41	0.65	0.43	0.02
Delta_Fp2	-0.94	3.15	0.84	3.45	0.89	3.26	0.01	0.93	0.00

Note: Delta_Rot = delta pre-post rotazioni mentali; Delta_Corretti1 e 2 = delta pre-post quadratini cancellati correttamente nel primo e secondo riquadro; Delta_Omiss1 e 2 = delta pre-post omissioni nel primo e secondo riquadro; Delta_Fp1 e 2 = delta pre-post falsi positivi primo e secondo riquadro.

Dai dati emerge un miglioramento significativo di Delta_Corretti2 e di Delta_Omiss2 ($F = 5.89$, $p = 0.02$), con un effetto medio-grande dell'intervento ($\eta^2 = 0.14$).

I miglioramenti in tutte le altre voci riguardati il test di cancellazione dei quadratini non sono invece risultati significativi.

Per quanto riguarda, infine, Delta_Rot vi è un effetto positivo medio sul gruppo sperimentale, seppur non significativo ($p > 0.05$).

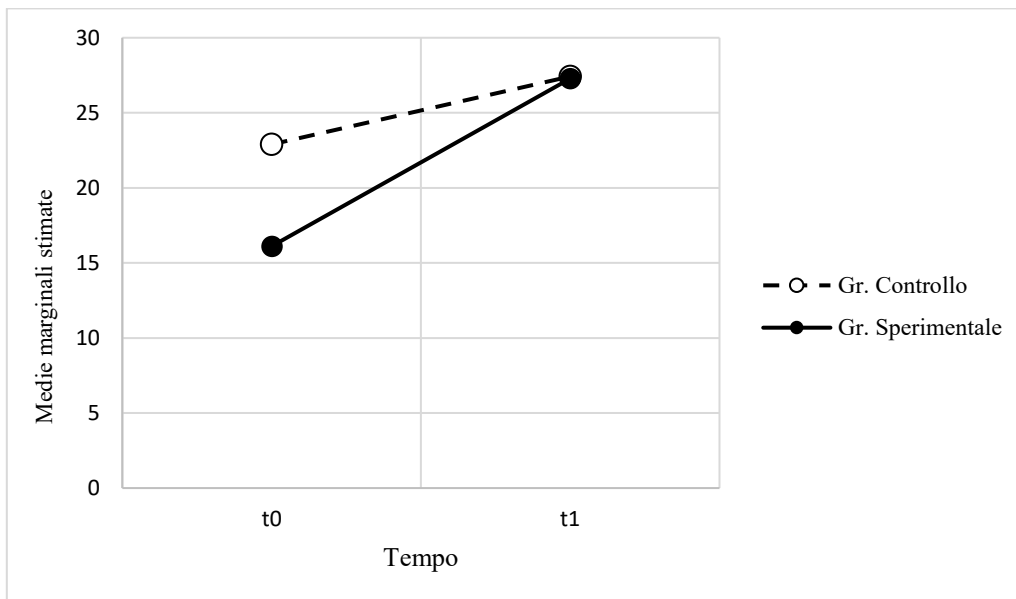


Grafico 1. Medie marginali stimate Corretti2

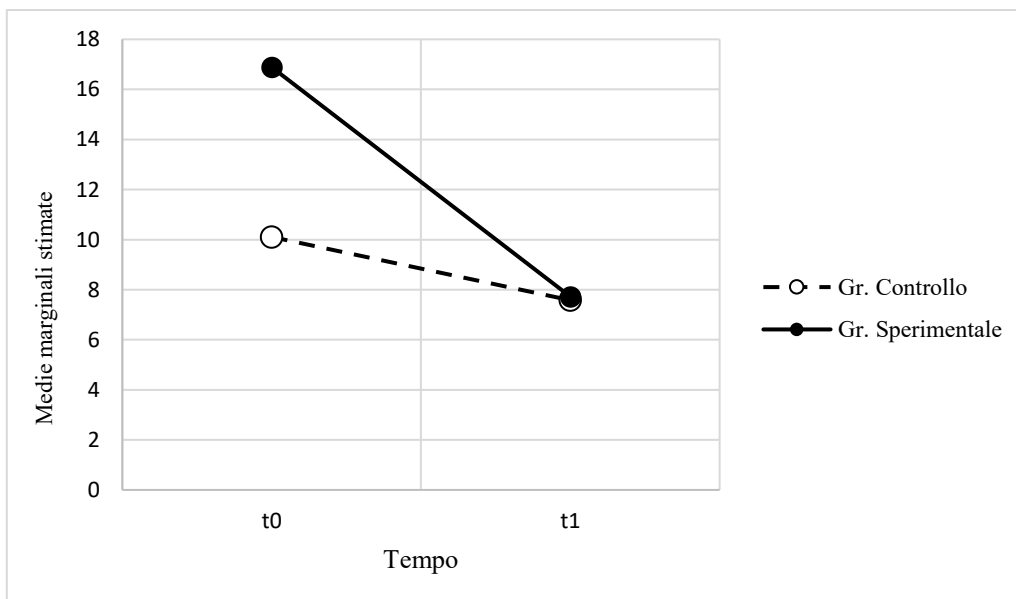


Grafico 2. Medie marginali stimate Omiss2

Il Grafico 1 rappresenta il significativo miglioramento del gruppo sperimentale per quanto riguarda il numero di quadratini correttamente cancellati nel secondo riquadro del test sull'attenzione. Le medie marginali stimate per il gruppo sperimentale sono 16.1 a t0 e 27.3 a t1, mentre quelle del gruppo di controllo risultano essere 22.9 a t0 e 27.4 a t1.

Il Grafico 2, parallelamente, raffigura la significativa riduzione di omissioni nel secondo riquadro del test di cancellazione dei quadratini. Le medie marginali stimate del gruppo sperimentale scendono da 16.9 in t0 a 7.7 in t1, mentre quelle del gruppo di controllo da 10.1 in t0 a 7.6 in t1.

4. DISCUSSIONE

Questa ricerca aveva l'obiettivo di indagare come l'attività fisica, e nello specifico la didattica in movimento, potesse influenzare le funzioni esecutive in bambini della scuola primaria.

Come riportato nella tabella 4 e nei grafici 1 e 2, i risultati ottenuti relativamente all'attenzione sono in linea con quanto descritto da de Greeff et al. (2018).

Infatti, dopo due ore di lezione svolte tramite la didattica in movimento, il livello di attenzione del gruppo sperimentale ha mostrato un significativo miglioramento rispetto al gruppo di controllo, confermando, come riportato da de Greeff et al., (2018) che interventi di attività fisica acuta possono avere un effetto molto positivo sull'attenzione dei bambini.

Nello specifico, analizzando i dati raccolti, si osserva come i miglioramenti significativi riguardino il secondo riquadro del test di cancellazione dei quadratini, sia per quanto concerne il numero di cancellazioni corrette, sia per quanto riguarda il numero di omissioni. Questo risultato può essere interpretato come un miglioramento nell'attenzione sostenuta dei soggetti, capaci dunque di mantenere l'attenzione più a lungo durante lo svolgimento di un compito.

Gli scarsi miglioramenti, non significativi, riguardanti il primo riquadro del test di cancellazione dei quadratini sono probabilmente legati ad un maggior livello di attenzione iniziale sia durante la somministrazione del test pre-intervento che di quello post-intervento, a dimostrazione di come l'effetto maggiormente positivo sia stato non tanto sulla capacità di concentrarsi, quanto più su quella di mantenere la concentrazione per un tempo prolungato.

Per quanto riguarda le rotazioni mentali, l'intervento non ha portato ad un miglioramento significativo, a differenza di quanto ci si aspettasse e, soprattutto, di quanto riportato in letteratura da de Greeff et al. (2018).

Le spiegazioni per questo risultato sono probabilmente due: la prima legata alla durata dell'intervento e la seconda alla tipologia di attività proposte.

Per quanto concerne la prima spiegazione, tutti gli interventi longitudinali riportati in letteratura (de Greeff et al., 2018) hanno avuto una durata di più settimane, mentre il nostro intervento si è svolto durante solamente tre lezioni. Probabilmente non un tempo sufficiente per poter incidere significativamente sulle funzioni esecutive e, in questo specifico caso, sull'abilità di rotazione mentale.

Prendendo invece in considerazione la tipologia di attività proposte, sia de Greeff et al. (2018) che Diamond e Ling (2016) concordano su come l'attività fisica con componente cognitiva abbia un

effetto maggiore, rispetto a quella aerobica o di resistance training, sulle funzioni esecutive. Le attività proposte in questo intervento comprendevano entrambe le tipologie, poiché cercavano di conciliare la componente cognitiva, necessaria per poter apprendere formule e concetti di geometria, con l'obiettivo di raggiungere il maggior livello di attività fisica possibile durante la lezione.

Questo "compromesso" può aver attenuato l'effetto positivo sulle funzioni esecutive.

A tal proposito, risulta fondamentale e interessante analizzare i dati raccolti dal PAQ-C, i quali non mostrano alcun effetto significativo sul livello di attività fisica tra la settimana precedente all'intervento e quella dell'intervento stesso.

Ci sono diverse ragioni che possono, probabilmente, spiegare questo risultato.

Innanzitutto, va considerata la breve durata dell'intervento. Tre lezioni di due ore ciascuna, nell'economia dell'intera settimana presa in considerazione nel PAQ-C, potrebbero non aver influito significativamente sulla percezione dei bambini di quanta attività fisica avessero svolto negli 7 giorni precedenti.

In secondo luogo, l'aula in cui si è svolto l'intervento era di dimensioni ridotte, a causa delle quali, per garantire la sicurezza dei bambini, è stato necessario sostituire la corsa con altri tipi di locomozione che possono aver influito negativamente sulla sensazione di dinamicità degli alunni.

Infine, è giusto sottolineare due ultime limitazioni che si sono presentate durante lo studio.

La prima è che non è stato svolto, per problemi di organizzazione, il PAQ-C post-intervento nel campione di controllo, rendendo così impossibile confrontare i dati dei due gruppi. Per quanto, a prescindere da questo, il delta del gruppo sperimentale non fosse significativo, la comparazione coi risultati di un'altra classe avrebbe potuto dare delle indicazioni interessanti sulla percezione di attività fisica sperimentata dai bambini.

La seconda limitazione è stata l'impossibilità di utilizzare degli accelerometri durante l'intervento, poiché in numero insufficiente per raccogliere dati sia dal gruppo sperimentale che da quello di controllo. Avere a disposizione un simile strumento avrebbe garantito dei dati oggettivi sul livello di attività fisica, senza dipendere dalla percezione degli studenti.

In conclusione, è necessario analizzare alcune altre limitazioni che sono state riscontrate durante l'intervento.

La maggior parte possono considerarsi legate alle difficoltà di svolgere uno studio in un contesto ecologico. All'interno dell'ambiente scolastico, infatti, è stato estremamente complesso controllare tutte le variabili e le possibili interferenze ed è stato necessario adattarsi ad esso in diverse situazioni.

In primo luogo, tutti i test relativi alle funzioni esecutive sono stati somministrati in gruppo all'interno dell'aula, invece che individualmente con i singoli studenti, come suggerito nel Manuale di "Attenzione e Metacognizione" (Marzocchi, 2000).

Si trattava di una condizione inevitabile per motivi di praticità ed efficienza, ma è innegabile come essere circondati di persone e rumori possa aver influito, soprattutto, sul livello di attenzione dei bambini.

Inoltre, tutte le attività sono state proposte direttamente nel contesto scolastico con tutte le imprevedibilità che esso comporta. Il gruppo sperimentale era composto da una classe estremamente eterogenea in cui gli sperimentatori erano affiancati dall'insegnante, ma avevano la gestione totale delle lezioni. La scarsa conoscenza, perlomeno iniziale, degli alunni non ha sicuramente facilitato la comunicazione e la spiegazione di attività e concetti talvolta complessi.

Nello stesso gruppo sperimentale, inoltre, erano presenti tre studenti con grave disabilità intellettiva, i quali, la maggior parte del tempo, si trovavano all'esterno dell'aula affiancati dai rispettivi insegnanti di sostegno, ma che spesso volte entravano all'interno dell'aula portando a naturali momenti di disattenzione e imprevedibilità.

Infine, per motivi organizzativi, l'intervento si è svolto durante la prima settimana di maggio, periodo notoriamente complicato all'interno dell'ambiente scolastico, in cui gli studenti erano, da un lato, sovraccaricati di impegni didattici e, dall'altro, fisiologicamente stanchi per un anno scolastico quasi giunto al termine.

5. CONCLUSIONE

I risultati ottenuti in questo studio hanno parzialmente confermato l'ipotesi di ricerca.

È stato dimostrato come le funzioni esecutive, e in particolare l'attenzione, beneficino dell'attività fisica.

La prima e naturale analisi che emerge è come simili risultati possano essere di fondamentale importanza in un ambiente come quello scolastico. L'inserimento dell'attività fisica all'interno dei programmi didattici, in quantità maggiore rispetto alle due sole ore settimanali previste, potrebbe portare a benefici dai quali gioverebbero tutti i componenti del mondo didattico.

È necessario, però, allargare la prospettiva ad alcune considerazioni più ampie.

In un mondo dove la sedentarietà è sempre più dilagante, è fondamentale valorizzare l'attività fisica evidenziando tutti i benefici che essa comporta, aldilà dei più noti benefici fisiologici.

Da questo punto di vista, l'ambiente scolastico, nel quale i bambini trascorrono gran parte delle proprie giornate, risulta essere il contesto ideale in cui promuovere l'attività fisica e permettere agli studenti di salvaguardare e sviluppare la propria salute psico-fisica.

Senza dubbio, per insegnanti di italiano o matematica, ad esempio, appare complicato e dispendioso inserire l'attività fisica all'interno delle proprie lezioni. Uno degli obiettivi di questo studio è anche quello di presentare una serie di valide motivazioni per cui la didattica in movimento dovrebbe, invece, essere tenuta in considerazione, evidenziando come qualunque materia possa trarne beneficio. Ecco, quindi, che inserendo l'attività fisica nella didattica tradizionale si può ottenere un maggior livello di attenzione sostenuta degli alunni, favorendo lo svolgimento delle lezioni più lunghe e garantendo maggiore concentrazione durante le lezioni successive.

Inoltre, funzioni esecutive più sviluppate portano i bambini ad essere più consapevoli, più responsabili, più predisposti al ragionamento e alla pianificazione: tutte caratteristiche fondamentali per potersi destreggiare al meglio in ambito scolastico ed extra scolastico.

Alla luce di queste considerazioni, dunque, si apre uno scenario dal quale potrebbero trarne beneficio tanto gli insegnanti, quanto soprattutto gli studenti, sia in quanto tali, sia come persone favorite nella relazione col mondo esterno.

Il concetto fondamentale che questo studio vuole lasciare è che l'attività fisica non deve essere uno strumento al servizio delle materie scolastiche o di altri contesti, ma piuttosto uno strumento imprescindibile su cui costruire le fondamenta di progetti più grandi.

Le attività proposte e i risultati ottenuti in questo intervento possono essere un importante spunto di riflessione per il contesto scolastico, col duplice obiettivo di promuovere l'attività fisica e portare alla maturazione degli studenti attraverso lo sviluppo delle funzioni esecutive.

Uno dei punti di forza di questo studio è stato quello di riuscire a svolgere attività complesse e altamente dettagliate all'interno di un ambiente ecologico pieno di variabili imprevedibili.

Personalmente, si è trattato di un'esperienza estremamente formativa, che spero possa essere il punto di partenza per futuri studi, più approfonditi e di maggior durata, che indaghino ulteriormente sulla relazione tra l'attività fisica e il complesso mondo delle funzioni esecutive.

BIBLIOGRAFIA

- Baddeley A. (2010). Working memory. *Current biology: CB*, 20(4), R136–R140.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Bartholomew, J. B., & Jowers, E. M. (2011). Physically active academic lessons in elementary children. *Preventive medicine*, 52 Suppl 1(Suppl), S51–S54.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.017>
- Crocker, P. R., Bailey, D. A., Faulkner, R. A., Kowalski, K. C., & McGrath, R. (1997). Measuring general levels of physical activity: preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(10), 1344–1349.
<https://doi.org/10.1097/00005768-199710000-00011>
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions. *Handbook of clinical neurology*, 163, 197–219.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>
- de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 21(5), 501–507.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*, 18, 34–48.
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Diamond A. (2020). Executive functions. *Handbook of clinical neurology*, 173, 225–240.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64150-2.00020-4>

- Gobbi, E., Elliot, C., Varnier, M., & Carraro, A. (2016). Psychometric Properties of the Physical Activity Questionnaire for Older Children in Italy: Testing the Validity among a General and Clinical Pediatric Population. *PloS one*, *11*(5), e0156354.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156354>
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in cognitive sciences*, *16*(3), 174–180.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.01.006>
- Kibbe, D. L., Hackett, J., Hurley, M., McFarland, A., Schubert, K. G., Schultz, A., & Harris, S. (2011). Ten Years of TAKE 10!(®): Integrating physical activity with academic concepts in elementary school classrooms. *Preventive medicine*, *52 Suppl 1*, S43–S50.
<https://doi.org/10.1016/j.ypped.2011.01.025>
- Marzocchi, G.M., Molin, A., Poli, S. (2000). *Attenzione e metacognizione: come migliorare la concentrazione della classe*. Erickson.
- Vetter, M., O'Connor, H. T., O'Dwyer, N., Chau, J., & Orr, R. (2020). 'Maths on the move': Effectiveness of physically-active lessons for learning maths and increasing physical activity in primary school students. *Journal of science and medicine in sport*, *23*(8), 735–739.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.12.019>
- Watson, A. J., & Bell, M. A. (2013). Individual differences in inhibitory control skills at three years of age. *Developmental neuropsychology*, *38*(1), 1–21.
<https://doi.org/10.1080/87565641.2012.718818>