



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea in Psicologia Clinica dello Sviluppo

Tesi di laurea Magistrale

L'EFFETTO DELLO YOGA SUL CONTROLLO DELL'INTERFERENZA IN UN CONTESTO PREDITTIVO:

una proposta di ricerca-intervento a scuola

THE EFFECT OF YOGA ON INTERFERENCE CONTROL IN A PREDICTIVE CONTEXT:

a research-intervention proposal at school

Relatore

Prof. Giovanni Mento

Laureanda

Giulia Gagliardi

Correlatrice esterna

Dott.ssa Lisa Toffoli

Matricola

2016887

Anno Accademico

2021/2022

INDICE

PREFAZIONE	5
CAPITOLO 1 – IL CONTROLLO COGNITIVO	6
1.1 Funzioni esecutive, teorie e modelli	6
<i>1.1.2 Le componenti del controllo cognitivo</i>	8
1.2 Linee evolutive delle funzioni esecutive	12
<i>1.2.1. Il ruolo del controllo attenzionale</i>	15
1.3 Controllo cognitivo adattivo	18
<i>1.3.1 Controllo cognitivo reattivo e proattivo</i>	21
<i>1.3.2 Linee evolutive del controllo cognitivo</i>	22
CAPITOLO 2 – ALLENARE IL CONTROLLO COGNITIVO	25
2.1 Teorie e pratiche dello yoga e mindfulness	27
2.2 Yoga, mindfulness e autoregolazione	30
<i>2.1.2 Ricerca-intervento yoghiano a scuola</i>	32
CAPITOLO 3 – LA RICERCA	36
3.1 Obiettivi	36
3.2 Metodo	36
<i>3.2.1 Partecipanti</i>	36
<i>3.2.2. Conformità etica</i>	38
3.3 Stimoli e procedure	38
<i>3.3.1. Procedura sperimentale</i>	38
<i>3.3.2 I questionari</i>	39
<i>3.3.2.1 Genitori</i>	39
<i>3.3.2.2 Insegnanti</i>	40
<i>3.3.3 ANT</i>	41
<i>3.3.3.1 Struttura del trial</i>	42

3.3.3.2 <i>Struttura del compito</i>	43
3.4 Ipotesi sperimentali	44
3.5 Analisi dei Dati	47
CAPITOLO 4 – RISULTATI	50
4.1 H1a: accuratezza e tempi di reazione	50
4.2 H1b: executive function, alerting e orienting	51
4.2.1 <i>Executive function</i>	51
4.2.2 <i>Alerting</i>	53
4.2.3 <i>Orienting</i>	55
4.3 H2: effetto del blocco sul tipo di trial	57
4.4 H3b: Executive Function pre e post Yoga	58
4.5 H3a: Delta Executive Function Adaptive pre e post Yoga	59
4.6 Questionari	60
4.6.1 <i>H4a</i>	60
4.6.2 <i>H4b</i>	62
CAPITOLO 5 – DISCUSSIONE	65
BIBLIOGRAFIA	75
APPENDICE	83
RINGRAZIAMENTI	88

PREFAZIONE

La seguente tesi ha come obiettivo quello di indagare se un percorso di Yoga (adattato ai bambini) associato a *Mindfulness* possa favorire il controllo cognitivo adattivo, inteso come la capacità dell'individuo di estrarre le regolarità statistiche dall'ambiente al fine di generare un modello predittivo interno sulla base del quale allocare le proprie risorse cognitive in maniera adattiva.

A tal fine è stata somministrata prima e dopo un percorso di Yoga associato a *Mindfulness* (8 incontri a cadenza settimanale) una versione modificata del compito Attentional Network Task (Rueda et al., 2004) in un campione di 144 bambini di prima (6-7 anni) e seconda (7-8 anni) elementare. Questo elaborato si è concentrato su come il controllo delle interferenze si adatti in un contesto più o meno predittivo, indagando se questa competenza subisca inoltre dei miglioramenti dopo un training di Yoga associato a *Mindfulness*. I risultati suggeriscono che tale pratica può favorire un miglior controllo cognitivo dell'interferenza mentre per quanto riguarda il controllo cognitivo adattivo è stato registrato a livello qualitativo un adattamento solo nella prima elementare riflettendo una differenza significativa tra le due classi.

CAPITOLO 1 – IL CONTROLLO COGNITIVO

1.1 Funzioni esecutive, teorie e modelli

Nel 1983 la neuropsicologa M. Lezak, con il termine “Funzioni Esecutive” (FE), definisce l’insieme di abilità cognitive che rendono un individuo capace di comportarsi in maniera indipendente, finalizzata e adattiva (Caselli & Vicari, 2017). Le FE sono considerate funzioni corticali superiori in quanto deputate al controllo e alla pianificazione del comportamento. Esse sono tradizionalmente considerate processi mentali che operano in modalità *top-down*, permettendo all’individuo di pianificare e attuare progetti finalizzati al raggiungimento di un obiettivo quando la messa in atto di comportamenti istintivi e automatici risulta insufficiente o in contrasto con il raggiungimento dell’obiettivo stesso. È importante sottolineare che non si tratta di un adattamento “passivo” all’ambiente ma piuttosto di una ricerca attiva, volontaria di risorse strategiche al fine di modificare il proprio pensiero e comportamento per uno scopo preciso (Caselli & Vicari, 2017).

In questo elaborato prenderemo come modello di riferimento quello dell’autrice Diamond che identifica nelle FE il controllo cognitivo, utilizzando quindi i precedenti termini come sinonimi.

Nel corso degli anni diversi autori hanno cercato di formulare teorizzazioni sul controllo cognitivo. Queste formulazioni si possono raggruppare in due tipologie: i modelli unitari, che identificano le funzioni esecutive come un costrutto unitario e indivisibile, e i modelli multicomponenziali, che invece inquadrano le funzioni esecutive come un insieme di sottodomini totalmente o relativamente indipendenti. Tra i maggiori esponenti dei modelli unitari vi sono Norman e Shallice (1980), che identificano le funzioni esecutive nel Sistema Attentivo Superiore (SAS) che controlla e dirige i sottoinsiemi cognitivi, e Baddeley (1992), che prevede l’esistenza di un Sistema Esecutivo Centrale che presiede a due sottoinsiemi di *Working Memory*. Ci sono molte prove a sostegno della visione unitaria del controllo

cognitivo. Infatti, diverse misure del controllo cognitivo risultano intercorrelate sia per i bambini che per gli adulti, suggerendo un processo comune tra le stesse. La letteratura inoltre suggerisce che le prestazioni su una varietà di compiti che indagano il controllo cognitivo sono altamente correlate ad un processo comune di attenzione centrale (Garon et al., 2008).

Tra i modelli multicomponenziali più citati in letteratura vi sono il modello di Barkley (1977), che individua quattro abilità principali del controllo cognitivo (memoria di lavoro, gestione delle risposte emotive, interiorizzazione del discorso autodiretto, capacità di analizzare e sintetizzare le informazioni in nuove risposte comportamentali) e il modello del *problem solving* proposto da Zelazo e colleghi (1977), che inquadra il controllo cognitivo come un macro costrutto costituito da diverse sottofunzioni che si attivano in fasi diverse nell'implementazione del comportamento finalizzato (Caselli & Vicari, 2017). Per valutare i differenti approcci è stata utilizzata l'analisi fattoriale confermativa (AFC), una tecnica di equazioni strutturali che permette di indagare la validità di un costrutto teorico valutando la varianza comune tra diverse misure. Mediante l'utilizzo dell'AFC è stato possibile osservare che le prestazioni in diversi compiti che indagano il controllo cognitivo sembrano dipendere da processi esecutivi distinti (Caselli & Vicari, 2017). Infatti, Miyake et al. (2000) nel suo studio ha individuato tre principali componenti del controllo cognitivo usando l'AFC (inibizione, aggiornamento della memoria di lavoro, spostamento del set di attività) e ha dimostrato come queste siano in parte correlate ma parzialmente indipendenti. Il ricercatore propone quindi una visione integrativa del controllo cognitivo, ad oggi tra le più condivise nel panorama della letteratura, ponendosi in una posizione intermedia tra le precedenti correnti teoriche.

A supporto di tali evidenze, studi neuropsicologici su pazienti con lesioni della corteccia prefrontale suggeriscono che i diversi processi del controllo cognitivo sono associati ad aree diverse della corteccia prefrontale (Garon et al., 2008).

Wiebe e collaboratori (2008) hanno utilizzato l'AFC su un campione di bambini di età compresa tra i 2 e i 6 anni per comprendere la struttura del controllo cognitivo. Essi hanno riscontrato che compiti differenti per la memoria di lavoro e per il controllo inibitorio misurano in realtà una singola abilità cognitiva, suggerendo quindi una maggior adeguatezza di un modello monofattoriale del controllo cognitivo in età precoci.

Solo con il passare dell'età iniziano ad emergere le tre componenti evidenziate dal modello di Miyake (2000). Infatti, già tra gli 8 e i 13 anni di età sono state individuate prove della dissociazione tra *working memory*, controllo inibitorio e flessibilità cognitiva, a dimostrazione di un passaggio graduale verso il modello trifattoriale che ritroviamo nell'età adulta (Letho et al., 2003).

L'autrice Diamond riprende il modello di Miyake adottando una visione componenziale del controllo cognitivo: considera le tre componenti precedentemente individuate dall'autore (inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva) come base per lo sviluppo di funzioni di livello superiore ovvero pianificazione, *problem solving* e ragionamento, tutte componenti dell'intelligenza fluida.

1.1.2 Le componenti del controllo cognitivo

Secondo il modello componenziale di Adele Diamond, dunque, il controllo cognitivo è composto principalmente da tre componenti distinte ma interrelate tra loro: controllo inibitorio, *working memory* e flessibilità cognitiva (Ruffini et al., 2021)

Il controllo inibitorio comprende l'autocontrollo, l'inibizione comportamentale e il controllo delle interferenze (attenzione selettiva e inibizione cognitiva) e consente di regolare la propria attenzione, i propri pensieri, comportamenti ed emozioni. Esso consente, dunque, la messa in atto del comportamento appropriato e utile in una determinata situazione, garantendo un controllo sugli impulsi interni e gli stimoli ambientali distraenti o interferenti (Diamond, 2013). Il controllo inibitorio dell'attenzione permette a ogni individuo di selezionare le

informazioni più salienti per il proprio scopo, sopprimendo gli stimoli non rilevanti in quel momento mentre l'inibizione cognitiva (controllo delle interferenze) sopprime pensieri indesiderati e gestisce l'interferenza proattiva di informazioni già acquisite in precedenza. Infine, l'autoregolazione comporta un controllo sul proprio comportamento e sulle proprie emozioni che consente di non agire impulsivamente, rimanendo sul compito nonostante le distrazioni e le eventuali difficoltà, tollerando inoltre la dilazione della gratificazione (la rinuncia a un piacere immediato per ottenere una ricompensa maggiore successiva).

Misure psicologiche di controllo inibitorio includono il compito Stroop (1935), il compito Simon (1967) e i compiti di ritardo della gratificazione. Il compito di Stroop (1935) richiede la capacità di inibire la risposta automatica legata al significato semantico della parola e segnalare il colore con cui la parola è scritta. I compiti di Simon presentano due stimoli A e B associati a due comandi diversi (ad esempio, premere sinistra quando compare A, premere destra quando compare B). La posizione dello stimolo è irrilevante per il compito ma ciò che si osserva è che le persone rispondono più lentamente quando lo stimolo appare sul lato opposto rispetto alla risposta ad esso associata (ad esempio, quando lo stimolo A compare a destra) (Lu & Proctor, 1995). I compiti di ritardo nella gratificazione valutano la capacità di rifiutare una gratificazione immediata a favore di una più consistente ma tardiva.

Infine, altri compiti di controllo inibitorio sono il go/no-go task e i compiti stop-signal che richiedono ai partecipanti di inibire una certa risposta in presenza di un determinato stimolo.

La memoria di lavoro o *Working Memory* (WM) consiste non solo nel mantenimento in memoria delle informazioni ma anche nella capacità di compiere operazioni mentali sulle stesse. Essa consente dunque di riordinare mentalmente le idee, tradurre le istruzioni in piani d'azione ed incorporare nuove informazioni a pensieri e piani d'azione precedentemente attivati (Diamond, 2013). La WM è quindi fondamentale per dare significato a tutto ciò che ci circonda e per metterlo in relazione con ciò che avverrà successivamente (Diamond, 2013).

La Memoria di lavoro e il controllo inibitorio necessitano l'una dell'altra per operare efficacemente. Infatti, tenere a mente un obiettivo permette di filtrare le informazioni rilevanti per guidare il proprio comportamento, diminuendo di conseguenza la probabilità di un errore inibitorio. Allo stesso tempo, per manipolare mentalmente più elementi bisogna mantenere la concentrazione inibendo le distrazioni interne ed esterne. Nonostante questa stretta relazione è possibile porre domande specifiche di ricerca per l'una e l'altra componente. Ad esempio, nel compito nominato Cuori e Fiori, i soggetti devono tenere a mente due regole: per stimolo A premere il tasto sullo stesso lato dello stimolo, per stimolo B premere il tasto sul lato opposto allo stimolo. I blocchi congruenti e incongruenti implicano entrambi il mantenere una regola in mente, differiscono nella domanda inibitoria presente nel blocco incongruente (Diamond, 2013). Una misura utilizzata per valutare la WM visuospatiale è il test di Corsi (Lezak, 1983): lo sperimentatore tocca una serie di blocchi e il soggetto deve imitarlo toccando i blocchi nello stesso ordine. Inoltre, per studiare la WM i ricercatori utilizzano spesso compiti di *backward digit span*, che consiste nel ripetere la sequenza di numeri detta dallo sperimentatore al contrario, e il compito *n-back*, che consiste nell'indicare se lo stimolo visto corrisponde a quello visto n volte prima.

Una parentesi interessante che evidenzia la relazione tra controllo inibitorio e *working memory* riguarda l'oblio intenzionale di Anderson (2009): le persone interrompono il recupero dalla memoria di ricordi indesiderati attraverso meccanismi simili a quelli utilizzati per fermare le risposte motorie riflesse. Le differenze individuali nell'efficacia di questi sistemi potrebbero essere alla base della capacità di controllare i ricordi intrusivi e della capacità di adattarsi a un trauma subito (Anderson & Levy, 2009)

La flessibilità cognitiva è la terza componente delle funzioni esecutive, tipicamente associata alla capacità di cambiare prospettiva (*shifting*) ed essere quindi abbastanza flessibili da adattarsi alle mutevoli richieste e priorità esterne e interne (Diamond, 2013). Si sviluppa più

tardivamente rispetto alle altre due componenti e proprio su queste si basa il suo sviluppo. Infatti, per consentire l'assunzione di nuovi set mentali, ad esempio assumendo il punto di vista altrui, essa necessita del supporto dell'inibizione e della memoria di lavoro al fine di inibire il set mentale corrente e attivarne uno nuovo in memoria di lavoro. L'autrice Uddin (2021) distingue ulteriormente questa componente da quella comportamentale. Infatti, mentre la flessibilità cognitiva è la capacità mentale di pensare a due concetti e passare da uno all'altro in base al contesto situazionale, la flessibilità comportamentale consiste nel cambiare in maniera adattiva il proprio comportamento in risposta a situazioni ambientali mutevoli.

La flessibilità cognitiva viene misurata attraverso una vasta gamma di paradigmi di cambio compito, ovvero compiti in cui viene chiesto di passare da una regola all'altra o da un tipo di compito ad un altro, richiedendo di conseguenza frequenti cambi del set mentale. Il più utilizzato è il compito Wisconsin Card Sorting Task: vengono presentate delle carte che possono essere ordinate per colore, forma o numero e il partecipante deve dedurre il criterio di ordinamento corretto sulla base del feedback e deve essere in grado di modificare flessibilmente la sua prestazione ogni volta che lo sperimentatore cambia il criterio di ordinamento. Zelazo e colleghi (2006) hanno sviluppato una versione del compito sopracitato per bambini, il compito Dimensional Change Card Sort. Viene chiesto ai bambini di ordinare una serie di schede in base a un criterio deciso dallo sperimentatore come il colore e poi in base a un altro criterio come la forma. Gli sperimentatori hanno visto che i bambini di 3 anni tendono a perseverare nell'utilizzo del primo criterio anche quando viene chiesto loro di procedere con il secondo mentre a 5 anni la maggior parte dei bambini riesce a passare da un criterio all'altro.

La ricerca della Diamond ha indicato che una capacità generale di coordinare i componenti del controllo cognitivo segue una propria traiettoria di sviluppo, con picchi di crescita che si

verificano nell'ultima metà del primo anno e dai 3 ai 6 anni di età (Diamond, 2001; Diamond et al., 1997).

1.2 Linee evolutive delle funzioni esecutive

Nel corso degli ultimi decenni gli autori hanno fatto grandi progressi nello studio e nella comprensione delle funzioni esecutive nella prima infanzia (Garon et al., 2008). Nonostante le prime teorie sostenessero uno sviluppo tardivo del controllo cognitivo associato a una lenta maturazione dei lobi frontali (Welsh & Pennington, 2009) studi sui primati e neonati (Diamond & Goldman-Rakic, 1985,1989) hanno evidenziato che la corteccia prefrontale negli esseri umani è operativa già dal primo anno di vita, rinnovando dunque l'interesse verso lo studio del controllo cognitivo già in età prescolare. La prima componente del controllo cognitivo a svilupparsi è la memoria di lavoro. Le evidenze dimostrano che se già a 6 mesi di vita i bambini riescono a tenere in memoria semplici rappresentazioni, a partire dai 9-12 mesi essi sono in grado anche di aggiornarne il contenuto. Abilità più complesse, quale ad esempio la manipolazione delle informazioni in memoria, richiedono il supporto del sistema attentivo, e sono osservabili anch'esse entro i 15 mesi di vita (Garon et al. 2008). Gathercole e colleghi (2004) hanno riscontrato uno sviluppo lineare nelle prestazioni di WM dai 4 ai 15 anni, con un'eccezione per la WM visiva che si stabilizza a 11 anni. Quando si indaga la capacità di WM è importante valutarla in relazione alla complessità del compito. Luciana e colleghi (2005) hanno utilizzato un compito di WM facciale e non verbale e un compito di WM di ricerca spaziale auto-ordinata. Il primo richiedeva il mantenimento in memoria di un volto mentre il secondo richiedeva di cercare gettoni nascosti in diverse posizioni, memorizzare le zone già controllate ed esplorarne di nuove ogni volta. Dai 9 ai 20 anni non si sono osservate differenze nel primo compito mentre nel secondo compito sono stati rilevati miglioramenti costanti fino all'età di 16 anni.

Le prime forme di inibizione della risposta si sviluppano invece nella seconda metà del primo anno di vita, riflettendo la crescente capacità del bambino di esercitare il controllo cognitivo sul proprio comportamento (Garon et al., 2008). I ricercatori hanno distinto compiti di inibizione della risposta semplice (coinvolgono una richiesta minima di WM) da compiti più complessi (Best & Miller, 2010). Prima si sviluppa la capacità di risolvere conflitti semplici a 12 mesi poi conflitti più complessi a 2 anni. Non è un caso che la coordinazione tra memoria di lavoro e controllo inibitorio emerga intorno ai 2 anni di età, quando il bambino è capace di mettere in atto una regola trattenuta fino a quel momento in memoria per inibire una risposta prepotente a favore di una risposta meno dominante (Garon et al., 2008). A 4 anni i bambini si mostrano capaci di risolvere sia compiti semplici che richiedono inibizione della risposta sia compiti complessi dove l'inibizione della risposta è ostacolata dalla presenza di una risposta alternativa (Best & Miller, 2010).

Il controllo inibitorio segue il suo sviluppo tra i 5 e gli 8 anni di età in particolare nei compiti che richiedono inibizione e WM.

Una miglior capacità di inibire le interferenze sembra essere correlata a miglioramenti nella memoria di lavoro nei bambini. Il potenziamento del sistema attentivo permetterebbe ai bambini di superare conflitti sempre più complessi, di coordinare le rappresentazioni e l'inibizione della risposta e di conseguenza di spostare l'attenzione selettiva in maniera flessibile.

Le capacità di inibizione e memoria di lavoro risultano fondamentali anche per lo sviluppo della flessibilità, in quanto per cambiare set mentale è necessario inibire quello precedentemente attivato e mantenere in memoria gli obiettivi (Zelazo, 2006); questo spiegherebbe la dissociazione temporale nello sviluppo delle due funzioni. È stato infatti dimostrato che la scarsa flessibilità cognitiva dei bambini in età prescolare dipende in parte proprio dall'incapacità nel mantenere in memoria e rappresentarsi degli obiettivi

(Marcovitch et al., 2007). I ricercatori hanno utilizzato il compito DCCS con bambini di età compresa tra i 4 e i 6 anni riscontrando un'incapacità dei bambini di ordinare le carte basandosi su un nuovo criterio..

Senn e colleghi (2004) hanno suggerito che l'inibizione e la memoria di lavoro siano prerequisiti fondamentali per lo sviluppo di quest'ultima. Infatti, prima che i bambini siano in grado di passare da una prospettiva a un'altra devono essere in grado di mantenere un'informazione in WM e inibire l'attivazione di una risposta a vantaggio di un'altra per l'assunzione di un nuovo set mentale (Garon et al., 2008). Luciana e Nelson (1998) hanno utilizzato con un campione di bambini di età compresa tra i 4 e gli 8 anni un compito di spostamento del set mentale articolato in nove step progressivi di difficoltà e complessità: i bambini dovevano osservare gli stimoli, dedurre la regola corretta in quel momento e rispondere di conseguenza. Il miglioramento maggiore è stato osservato nei bambini di età tra i 5 e i 6 anni (passaggio evolutivo importante per lo sviluppo della flessibilità cognitiva).

I miglioramenti nella flessibilità cognitiva sono legati anche allo sviluppo di processi importanti sottostanti quali la capacità di generalizzare un set di regole a un nuovo stimolo (Luciana & Nelson, 1998) e la capacità di mantenere il nuovo set di regole in mente in modo tale da rilevare eventuali errori e sviluppare strategie metacognitive nuove a favore della flessibilità (Crone et al., 2006). La capacità di cambiare *mind* set di risposte emerge tra i 3 e i 4 anni ma i bambini in questa fase evolutiva presentano ancora difficoltà quando le regole diventano complesse; la capacità di risolvere compiti di commutazione multidimensionale si sviluppa tra i 7 e i 9 anni, continua a migliorare durante l'infanzia e l'adolescenza (Anderson, 2002). Uno studio, che ha utilizzato un compito computerizzato, ha messo in luce come la difficoltà nel cambiare set mentale fosse maggiore per i bambini di 7 e 11 anni rispetto ai ragazzi di 15, che non differivano nelle prestazioni dai ragazzi di circa 20 anni.

La flessibilità cognitiva, quindi, segue una prolungata traiettoria di sviluppo a forma di “U” rovesciata: si sviluppa lentamente a partire dalla prima infanzia, lungo l’adolescenza e la giovane età adulta, mostra un picco tra la seconda e la terza decade di vita, iniziando poi un lento declino (Uddin, 2021).

Il controllo inibitorio sembra essere predittivo delle traiettorie di sviluppo. In particolare, Moffitt e collaboratori (2011) hanno osservato che migliori performance di controllo inibitorio tra i 3 e gli 11 anni si associavano a maggiori probabilità di ottenere successi scolastici e lavorativi, minor rischio di incorrere in condotte a rischio e complessivamente a un più alto livello di salute e qualità di vita in età adulta. Questo lavoro sottolinea il valore predittivo che il controllo cognitivo rispetto alla traiettorie future dell’individuo.

Complessivamente, il controllo cognitivo mostra uno sviluppo protratto lungo l’infanzia fino alla giovane età adulta. Nella prospettiva neuro-costruttivista, nonostante la presenza di vincoli di sviluppo innati, le componenti del controllo cognitivo sono fortemente plasmate dall’ambiente. Ciò le rende da un lato vulnerabili a situazioni potenzialmente stressanti o traumatiche, dall’altro garantisce un’ampia finestra temporale in cui intervenire in presenza di vulnerabilità o atipicità di questi processi (Karmiloff-Smith et al., 2014).

1.2.1. Il ruolo del controllo attenzionale

Le tre componenti del controllo cognitivo emergono già prima dei 3 anni d’età, quando il bambino acquisisce un maggior controllo volontario sull’attenzione: aumenta la sua capacità di mantenere in memoria rappresentazioni mentali e di inibire una risposta automatica. Particolarmente sensibile risulta essere il periodo tra i 3 e i 5 anni, in cui si sviluppa il sistema attentivo e le sue connessioni con i network cerebrali che sottendono il controllo cognitivo (Garon et al., 2008).

La memoria di lavoro, il controllo inibitorio e la flessibilità cognitiva mostrano diverse traiettorie di sviluppo, tuttavia la Diamond ha sottolineato la presenza di una capacità generale di coordinare le tre componenti che segue una propria traiettoria di sviluppo con picchi di crescita che si verificano nell'ultima metà del primo anno e dai tre ai sei anni di età (Diamond 2001, Diamond et al. 1997).

La teoria dello sviluppo dell'attenzione di Posner e Rothbart postula l'esistenza di una "rete dell'attenzione esecutiva" coinvolta nella risoluzione del conflitto cognitivo (2001). Questa teoria conferma il modello dello sviluppo precoce del controllo cognitivo proposto da Miyake e colleghi (2000), che prevedeva un processo comune alla base dell'iniziale sviluppo delle funzioni esecutive e sottolineava il ruolo critico dell'attenzione. Infatti, vi è una forte connessione tra lo sviluppo dell'attenzione e del controllo cognitivo; quest'ultimo pare svilupparsi proprio a partire dal sistema attentivo (Garon et al., 2008). A tal supporto, si è osservato come le differenze individuali a carico dell'attenzione durante l'infanzia predicono la successiva capacità di inibizione e memoria di lavoro (Garon et al., 2008).

In particolare, l'attenzione selettiva permette ai bambini di concentrarsi sugli aspetti rilevanti del compito, filtrando informazioni o stimoli irrilevanti. Proprio nel periodo prescolare avvengono importanti sviluppi del sistema attenzionale che permettono ai bambini di esercitare progressivamente un maggior controllo volontario sui pensieri e sul comportamento. Le aumentate capacità di focalizzazione attentiva consentono infatti di selezionare le informazioni rilevanti per l'obiettivo, riducendo quelle irrilevanti.

Il sistema di attenzione modula funzionalmente l'attività cerebrale per esercitare il controllo su pensieri, sentimenti e azioni. Sono state ipotizzate tre componenti distinte ma in continua interazione: l'allerta, che media il mantenimento di uno stato di vigilanza verso uno stimolo imminente; l'orientamento, che supporta la selezione delle informazioni sensoriali e il

controllo esecutivo che è coinvolto nel rilevamento e nella risoluzione dei conflitti cognitivi (Visintin et al., 2015).

I cambiamenti nell'attenzione selettiva durante l'infanzia sono dovuti in parte allo sviluppo di due sottoinsiemi. Il primo è il sistema di orientamento che permette al bambino di orientarsi tra gli stimoli interni ed esterni e di spostare l'attenzione, questo mostra notevoli differenze durante il primo anno di vita. Il secondo è il sottosistema di attenzione anteriore, si sviluppa più tardivamente rispetto al primo, in particolare tra i 2 e i 6 anni. Questi sistemi emergenti contribuiscono alla capacità dei bambini di partecipare e concentrarsi selettivamente sui compiti. Jones e colleghi (2003) hanno affermato che questi due sottosistemi si organizzano in un unico sistema con la maturazione del sistema attenzionale anteriore. La capacità di risolvere i conflitti durante l'elaborazione delle informazioni è riconosciuta come uno dei risultati di questa maturazione e viene considerata base fondamentale per lo sviluppo delle FE.

I bambini di 9 mesi mostrano carenze nell'inibire le risposte precedentemente apprese e solo intorno ai 12 mesi sono in grado di inibire determinati comportamenti e attuare nuove risposte (Anderson, 2002). La capacità di spostare l'attenzione mostra un notevole sviluppo, con i bambini che inizialmente sono in grado di spostarsi tra due oggetti durante il primo anno di vita per poi essere in grado di spostarsi tra rappresentazioni interne e percezioni nell'ambiente durante il secondo anno di vita (Garon et al., 2008). Parallelamente allo sviluppo del controllo attenzionale, a 3 anni i bambini inibiscono comportamenti istintivi e continuano a migliorare nella velocità e accuratezza del controllo degli impulsi fino a 6 anni. A partire da 9 anni i bambini riescono a monitorare e regolare le proprie azioni (Anderson, 2002). Lo sviluppo del controllo attenzionale durante il periodo prescolare è quindi un aspetto fondamentale per il controllo cognitivo poiché da questi cambiamenti nell'attenzione dipende lo sviluppo di un set di attenzione più forte, più duraturo e più selettivo al servizio di un compito di EF.

1.3 Controllo cognitivo adattivo

Il controllo cognitivo consente all'individuo di agire in modo coerente con i propri obiettivi interni (Braem et al., 2019). Uno dei primi lavori sul controllo cognitivo è attribuibile a Posner e Snyder (1975), che evidenziarono come i processi di controllo cognitivo siano in antitesi rispetto a quelli automatici (come i riflessi), i quali si manifestano solitamente in assenza di consapevolezza o intenzione da parte dell'individuo che li sta attuando. L'individuo infatti attraverso il controllo cognitivo elabora le informazioni in maniera *top down* utilizzando come riferimento i propri obiettivi interni e il contesto (Braem & Egner, 2018). Una nuova prospettiva sul controllo cognitivo è stata proposta da Braem e colleghi (2019) i quali hanno definito tale costrutto come adattivo. Essi postulano infatti una visione *bottom up* del controllo cognitivo, in cui le regolarità statistiche dall'ambiente vengono colte implicitamente e introiettate generando un modello predittivo interno della realtà esterna sulla base del quale vengono poi allocate le risorse cognitive in maniera adattiva. La capacità di implementare controllo cognitivo può dunque avvenire in assenza di consapevolezza da parte del soggetto e si baserebbe su meccanismi di apprendimento associativo.

Inoltre, secondo gli autori, le funzioni del controllo cognitivo sono contesto-specifiche, generalizzabili, sensibili alla ricompensa e in grado di operare anche in assenza di consapevolezza (Abrahamse et al., 2016).

È importante indagare la relazione tra controllo cognitivo e apprendimento, due funzioni considerate complementari poiché tramite l'apprendimento l'individuo acquisisce nuove nozioni da integrare e sostituire con le vecchie per implementare le proprie conoscenze e abilità, mentre attraverso il controllo cognitivo, come classicamente considerato, è possibile contrastare gli effetti negativi dell'apprendimento attraverso l'azione di un sistema supervisore centrale con caratteristiche volontarie, dominio generali e consapevoli. Possiamo distinguere due tipi di apprendimento (Abrahamse et al., 2016): l'apprendimento lento (parietale) che opera una mappatura stimolo-risposta e l'apprendimento veloce (ippocampale)

che si occupa di creare nuove e arbitrarie conversioni stimolo-risposta. Il controllo cognitivo opera attraverso determinate aree cerebrali che si adattano continuamente alle richieste del contesto grazie all'apprendimento veloce permettendo così un graduale allenamento dell'apprendimento lento. L'interazione tra queste due modalità di apprendimento permetterebbe un equilibrio tra specificità (mappatura stimolo-risposta) e generalizzazione (conversione stimolo-risposta) che porterebbe a sua volta alla formazione di un "agente cognitivo" in grado di autoregolarsi in un ambiente sempre in cambiamento.

Abrahamse e colleghi considerano dunque l'apprendimento associativo come meccanismo alla base del controllo cognitivo che deriverebbe dalle associazioni tra rappresentazioni percettive, motorie e degli obiettivi. Grazie all'apprendimento associativo e ai priming contestuali si generano meccanismi di autoregolazione che consentono di adattarsi all'ambiente grazie ad associazioni stimolo-risposta che vengono generalizzate.

Per studiare il controllo cognitivo vengono utilizzati compiti che inducono un conflitto cognitivo, come nel caso dello Stroop task (1935), in cui le caratteristiche degli stimoli creano interferenza con gli obiettivi del compito stesso in quanto generano risposte automatiche da inibire. Nello specifico, in questa tipologia di compiti vengono utilizzate prove congruenti (in cui le caratteristiche dello stimolo non interferiscono con l'obiettivo) e prove incongruenti (in cui le caratteristiche dello stimolo interferiscono con l'obiettivo generando risposte automatiche da inibire). La dimensione "effetto congruenza" di un compito riflette la potenza dello stimolo irrilevante rispetto allo stimolo pertinente a cui l'individuo deve porre attenzione per risolvere il compito: maggiori sono gli effetti di congruenza, maggiore sarà lo sforzo del controllo cognitivo di inibire gli stimoli irrilevanti a favore di quelli rilevanti.

Per studiare il controllo cognitivo adattivo, sono state proposte manipolazioni di questi classici compiti di conflitto, per indagare come il controllo cognitivo si adatta a manipolazioni implicite degli effetti di congruenza (Braem et al., 2019).

L'effetto congruenza di un compito può essere modulato attraverso la manipolazione della proporzione di congruenza (proporzione tra prove congruenti e prove incongruenti) su tre livelli differenti:

1. Effetto di congruenza della proporzione a livello di elenco (LWPCE): permette di misurare gli adattamenti globali del controllo cognitivo alla probabilità che in quel determinato blocco di prove vi siano più o meno conflitti.
2. Effetto di congruenza della proporzione a contesti specifici (CSPCE): osserva un cambiamento nelle strategie adattive quando la congruenza della proporzione viene manipolata in due o più contesti che variano su base sperimentale prova per prova.
3. Effetto di congruenza della proporzione elementi specifici (ISPCE): si riferisce al cambiamento dell'effetto di congruenza per un particolare elemento se questo appare in prove incongruenti piuttosto che congruenti. L'effetto di congruenza diminuisce per gli elementi che appaiono associati più frequentemente con distrattori incongruenti rispetto agli elementi con distrattori congruenti.

A questi si accosta l'effetto sequenza di congruenza (CSE), un quarto effetto indicato come "effetto di adattamento al conflitto" (Botvinick et al., 2001) che descrive la capacità del sistema cognitivo di attivarsi e mobilitare maggiori risorse in una prova incongruente se questa era preceduta a sua volta da una prova incongruente. Di fronte ad un conflitto vengono attivati processi adattivi per rilevarlo e successivamente prevenirlo. Tramite queste manipolazioni su più livelli si indaga lo sforzo cognitivo e come questo si adatti ai vari compiti.

Si aprono così nuovi scenari: se prima si cercava di indurre gli automatismi e tenere fissi gli aspetti dell'ambiente, oggi si va verso la direzione di interventi in grado di modificare l'ambiente e gli aspetti clinici educativi al fine di potenziare e sostenere lo sviluppo del controllo cognitivo dal basso.

1.3.1 Controllo cognitivo reattivo e proattivo

Una caratteristica centrale del controllo cognitivo consiste nella sua intrinseca variabilità.

Secondo il modello del meccanismo duale del controllo (DMC) di Braver (2012), tale variabilità può dipendere da due forme di controllo cognitivo distinte sulla base delle loro dinamiche temporali: il controllo proattivo e il controllo reattivo. Il controllo cognitivo proattivo opera mediante il mantenimento attivo e sostenuto nella memoria di lavoro delle informazioni rilevanti al raggiungimento dello scopo, determinando un'attivazione anticipatoria dei sistemi di attenzione, percezione e azione attraverso un orientamento coerente di questi ultimi rispetto all'obiettivo prefissato. Il controllo proattivo lavora quindi anticipando l'interferenza e facilitandone di conseguenza l'elaborazione.

Nel caso del controllo reattivo, l'attenzione interviene come una "correzione tardiva" ovvero mobilitata solo se necessario durante lo svolgimento di un compito, in risposta ad un evento ad alta interferenza rispetto all'obiettivo. Il controllo reattivo si basa perciò su meccanismi di rilevamento attivati dall'insorgenza dell'interferenza stessa (Braver, 2012).

Questo framework teorico postulato da Braver si è rivelato molto utile per comprendere la natura variabile del controllo cognitivo rispetto alla natura dinamica degli stati psicologici interni e dei vincoli ambientali esterni. Si ipotizza che sia il controllo cognitivo proattivo che quello reattivo siano associati a vantaggi e svantaggi complementari e che quindi il successo delle operazioni cognitive dipenda da una combinazione di queste due strategie che porterebbe ad un compromesso computazionale (Braver, 2012). Il vantaggio del controllo proattivo è che il mantenimento in memoria di lavoro delle rappresentazioni degli obiettivi consente una maggior efficienza nella prestazione comportando tuttavia un elevato uso di risorse cognitive. Questo impegno costante comporterebbe un sovraccarico della memoria di lavoro con una conseguente riduzione della capacità di mantenere altre informazioni rilevanti. Al contrario, sotto controllo reattivo, le rappresentazioni degli obiettivi vengono attivate solo nel momento in cui sono necessarie. Il vantaggio di questa strategia di controllo è

che durante l'intervallo che intercorre tra la formazione e il completamento dell'intenzione, le risorse cognitive vengono liberate in modo tale che altri compiti e obiettivi possano essere eseguiti in modo più efficace. Tuttavia, lo svantaggio di questa strategia è che comporta una prestazione meno accurata, in quanto non consente un'attivazione anticipatoria delle risorse necessarie alla risoluzione del conflitto (Niebaum et al., 2021).

I due sistemi sono semi-indipendenti, il che implica che possono essere entrambi impiegati contemporaneamente durante lo svolgimento di un compito; tuttavia, potrebbero esserci degli elementi che favoriscono l'utilizzo di un tipo di strategia di controllo rispetto all'altra, come le caratteristiche del compito o le caratteristiche individuali.

1.3.2 Linee evolutive del controllo cognitivo

Le ricerche condotte fino ad oggi evidenziano come le tre componenti delle funzioni esecutive siano già presenti, in forma primaria, e maturino durante l'infanzia e il periodo prescolare gettando una base critica per lo sviluppo dei processi cognitivi superiori fino all'età adulta. Diversi autori hanno cercato di inquadrare le traiettorie di sviluppo del controllo cognitivo evidenziando come prima dei tre anni non sia possibile scindere le diverse componenti (controllo inibitorio, working memory, flessibilità cognitiva) ma sia possibile individuare un unico fattore latente. Tra i tre e i cinque anni le analisi fattoriali identificherebbero la presenza di due componenti, inquadrando le funzioni esecutive come un costrutto bifattoriale, comprendente controllo inibitorio e working memory. Solo dal quinto anno di vita è possibile distinguere le tre componenti come identificate nel modello di Myiake (Miller & Wallis, 2009).

Sappiamo che il controllo cognitivo, definito come la capacità di coordinare pensieri e comportamenti per raggiungere un determinato obiettivo, migliora durante l'infanzia (Diamond, 2013). Gli adulti passano dall'utilizzo del controllo cognitivo proattivo a quello

reattivo in funzione di diversi fattori, utilizzando in maniera flessibile la modalità più adattiva a seconda delle richieste ambientali e contestuali. Tale flessibilità nei bambini è osservata a partire dall'età di 8 anni, prima della quale fanno affidamento prevalentemente sul controllo reattivo anche in situazioni in cui il controllo proattivo sembrerebbe essere più vantaggioso (Niebaum et al., 2021).

Chatham et al. (2009) nel loro studio hanno analizzato la dilatazione pupillare come indice dello sforzo mentale precoce e tardivo associato rispettivamente al controllo cognitivo proattivo e reattivo. I risultati evidenziano come i bambini di 3 anni presentino un maggiore sforzo mentale tardivo dopo l'insorgenza del target, mentre i bambini di 8 anni mostrerebbero un maggior sforzo mentale precoce, ovvero prima dell'insorgenza del target. Questo suggerisce che un'età sensibile per il passaggio dal controllo reattivo a quello proattivo possa essere intorno ai 6 anni di età, nonostante il controllo proattivo continui a svilupparsi anche durante la tarda adolescenza (Niebaum et al., 2021).

Fino all'età prescolare quindi i bambini utilizzerebbero la modalità reattiva per una limitata disponibilità di risorse cognitive: ad esempio, a causa di una minor capacità della memoria di lavoro potrebbero non essere in grado di mantenere attivamente le informazioni rilevanti per le attività da svolgere. Crescendo, l'aumento della capacità della memoria di lavoro supporta la transizione al controllo proattivo. Secondo questa visione l'aumento quantitativo delle risorse cognitive permetterebbe con l'avanzare dell'età la diversificazione e il passaggio a differenti modalità di controllo cognitivo nei bambini.

Il paradigma del task-switching si è rivelato adatto per testare il controllo cognitivo poiché consente di manipolare la possibilità di utilizzare la modalità proattiva rispetto a quella reattiva e viceversa (Niebaum et al., 2021). Per indagare la preparazione proattiva e comprendere se questa possa essere allenata durante l'infanzia, Niebaum e colleghi (2021) hanno condotto uno studio su bambini di 5 e 10 anni. I partecipanti dovevano ordinare le

immagini di due mazzi di carte che differivano nella presentazione temporale della regola di ordinamento: nel mazzo proattivo la regola veniva spiegata prima di ogni immagine così da potersi preparare; al contrario, nel mazzo reattivo l'immagine e la regola venivano presentate contemporaneamente impedendo una preparazione anticipata. I risultati hanno evidenziato una tendenza significativa nei bambini di 10 anni alla preparazione proattiva possibile durante lo svolgimento del compito, sia nelle condizioni "Proactive Possible" (in cui l'insorgenza del target era preceduta da informazioni neutre) sia che "Proactive Encouraged" (in cui la presentazione precoce del segnale di attività era interrotta dopo l'insorgenza del target). I bambini di 5 anni hanno invece mostrato la capacità di preparazione proattiva attraverso questi indici solo quando il controllo reattivo è stato reso più difficile (nella condizione "Proactive Encouraged").

I bambini devono diventare abili nel coordinare le strategie di controllo appropriate adattandole ai propri obiettivi e alle richieste ambientali (Chevalier, 2015). Come evidenziato dallo studio di Niebaum, i bambini di 5 anni, che generalmente tendono a utilizzare il controllo reattivo, riescono ad utilizzare il controllo proattivo solo quando il primo viene reso particolarmente difficile. Al contrario, i bambini di 10 anni che tendono ad utilizzare forme di controllo proattivo riescono a implementare controllo in modo reattivo solo nel caso in cui viene impedita la preparazione proattiva. Pertanto, è possibile per i bambini più piccoli impegnarsi in un controllo proattivo, ma essi differirebbero dai bambini più grandi e dagli adulti rispetto alle condizioni nelle quali tale controllo sarebbe applicato. I miglioramenti legati all'età nel controllo cognitivo possono quindi riflettere miglioramenti non solo nei processi cognitivi di base, ma anche nelle abilità di metacontrollo necessario per selezionare in modo adattivo il tipo di controllo da impiegare (Niebaum et al., 2021).

CAPITOLO 2 – ALLENARE IL CONTROLLO COGNITIVO

Un funzionamento non ottimale del controllo cognitivo può comportare deficit cognitivi, basso tenore di adattamento socio emotivo, rendimento scolastico più scadente e vita lavorativa non soddisfacente in età adulta (Diamond & Ling, 2016). Inoltre, un controllo cognitivo disfunzionale risulta essere un tratto endofenotipico comune a vari disturbi mentali, tra cui la depressione, il disturbo ossessivo compulsivo, i disturbi alimentari, le dipendenze e la schizofrenia, oltre a disturbi del neurosviluppo come il disturbo da deficit di attenzione e iperattività (Diamond, 2014)

Comprensibilmente con quanto riportato fino ad ora, c'è un grande interesse scientifico riguardo al potenziamento e all'allenamento del controllo cognitivo. Molto spesso, gli interventi proposti mirano a potenziare singole componenti del controllo cognitivo, come nel caso del CogMed, un allenamento computerizzato della memoria di lavoro che mediante specifiche attività mira ad aumentare progressivamente la capacità di memoria di lavoro.

Mackey e colleghi (2010) hanno confrontato l'efficacia di due programmi differenziati di allenamento cognitivo che comprendevano giochi computerizzati e non. L'allenamento al ragionamento ha permesso il potenziamento della pianificazione mentre l'allenamento rivolto alla velocità di elaborazione ha migliorato il rilevamento visivo rapido e le risposte motorie rapide. Questi risultati indicano che il ragionamento fluido e la velocità di elaborazione sono modificabili dall'allenamento ma solo se questo è direttamente rivolto a quella competenza del controllo cognitivo. Infatti i ragazzi addestrati al ragionamento fluido non hanno ottenuto miglioramenti nella velocità di elaborazione mentre quelli addestrati alla velocità di elaborazione non hanno migliorato il ragionamento fluido.

Un limite di questi programmi riguarda la bassa o quasi nulla generalizzazione dei benefici alle competenze non allenate, mentre le aree coinvolte mantenevano i successi anche fino ai 6 mesi successivi (Diamond & Lee, 2011).

Altri programmi invece utilizzano un approccio dominio-generale più ampio e mirano a potenziare la singola abilità (ad esempio, flessibilità) passando per processi più generali (ad esempio, l'esercizio fisico e l'attività che coinvolgono più componenti come l'attenzione, l'inibizione, la pianificazione (metodo di Benso)).

Per ottenere risultati duraturi e trasferibili in diversi contesti risulta fondamentale un programma di allenamento accattivante e trasferibile nel mondo reale come l'esercizio aerobico, le arti marziali e alcuni programmi scolastici in aula che hanno mostrato benefici cognitivi maggiori e più diffusi rispetto a un allenamento computerizzato mirato (Diamond & Ling, 2016).

L'esercizio aerobico migliora le funzioni della corteccia prefrontale. Davis et al. (2011) attraverso un'indagine sperimentale con un campione di bambini di età compresa tra i 7 e i 9 anni ha osservato che il gruppo che svolgeva esercizi di aerobica ad alta competizione riportava risultati migliori nei compiti di controllo cognitivo a differenza dei bambini che praticavano aerobica con particolare attenzione al divertimento e all'intensità. In linea con questi risultati, Diamond ipotizza che lo sport, con le sue sfide cognitive che richiedono attenzione sostenuta, memoria di lavoro e disciplina potrebbero apportare numerosi benefici al controllo cognitivo.

È importante sottolineare che questi programmi, affinché risultino efficaci, richiedono una pratica ripetuta nel tempo ed un aumento progressivo delle difficoltà dei compiti per mantenere costantemente allenate e consolidate le abilità acquisite.

La corteccia prefrontale (PFC) si occupa di elaborare e sintetizzare le informazioni provenienti dalle aree cerebrali corticali e sottocorticali per produrre un comportamento orientato e finalizzato e riveste dunque un ruolo centrale per il controllo cognitivo (Fuster, 2015). La PFC è l'area cerebrale ontogeneticamente e filogeneticamente più giovane e vulnerabile ed è la prima a risentire degli *stressor* ambientali. Infatti, sono numerosi gli studi

che riportano effetti neurofisiologici e anatomici provocati su questa area dagli stressor ambientali. Il controllo cognitivo può essere indebolito da uno stress intenso e/o prolungato e, a sua volta, la disregolazione di questi processi può ridurre la qualità della vita e le prestazioni quotidiane di individui altrimenti sani (Diamond & Ling, 2016). Poiché lo stress, la tristezza e la solitudine esercitano un impatto negativo sul controllo cognitivo, Diamond (2016) ha ipotizzato che approcci che potrebbero avere maggior successo nel potenziare e allenare il controllo cognitivo dovrebbero essere quelli che, oltre a stimolare le sue componenti, vadano a supportarle indirettamente sostenendo il benessere fisico, emotivo e mentale.

In questo elaborato prenderemo in esame pratiche che promuovono il controllo cognitivo mediante il potenziamento della consapevolezza corporea ed emotiva: lo yoga e la mindfulness.

2.1 Teorie e pratiche dello yoga e mindfulness

Il termine “Yoga” deriva dalla radice sanscrita “yuj” e significa “unione” o “vincolo”. Lo yoga consiste in un insieme di tecniche finalizzate al ricongiungimento di corpo, mente e anima; nello specifico, pratiche di meditazione vengono associate all’assunzione di posture propedeutiche alla salute fisica, le quali favoriscono un’adeguata ventilazione polmonare che si traduce in efficace respirazione, quindi ossigenazione dei tessuti ivi incluso quello cerebrale. Queste pratiche guidano l’individuo nella ricerca dell’equilibrio attraverso un’esplorazione delle potenzialità del proprio corpo e della propria mente al fine di raggiungere un’armonia profonda (Bergamaschi, 2018).

Le posizioni fisiche utilizzate nello yoga vengono definite “asana”, le tecniche di respirazione “pranayama” e le meditazioni “shavasana” e sono praticate con l’obiettivo di migliorare il benessere fisico ed emotivo dell’individuo (Aleksić Veljković et al., 2021).

Il primo programma di yoga per la gestione dello stress nei bambini, chiamato *Training of Relaxation with Elements of Yoga for Children (TorweY-C)*, è stato sviluppato dall’autore

Stueck (1998, 2000). Il programma prevede l'utilizzo di tecniche di yoga adattate per bambini e associate a training di gestione dello stress e di rilassamento attraverso esperienze pratiche e immaginative quali il disegno, la respirazione, i viaggi di fantasia, la meditazione e il rilassamento con la musica. L'obiettivo è quello di insegnare strategie di autoregolazione per ridurre lo stress e ottimizzare le reazioni legate a richieste psicologiche elevate che determinano pressione socio-emotiva durante la vita quotidiana. Gli incontri del programma TorweY-C si suddividono in tre parti. La parte iniziale prevede un rilassamento con l'aiuto di una tecnica denominata "viaggio attraverso il corpo" che consiste in diversi compiti di concentrazione focalizzati sulle singole parti del corpo. Lo scopo di questa prima parte è di prepararsi per gli esercizi Yoga, centrali nella fase successiva, dove vengono introdotti sviluppati e consolidati. Nella parte finale dell'incontro vengono utilizzati esercizi sensoriali, esercizi interattivi e tecniche di massaggio, con l'obiettivo di favorire il contatto sociale e l'integrazione nel gruppo. L'utilizzo di esercizi di immaginazione e meditazione consentono un passaggio fondamentale dalla regolazione dell'azione motoria (mediante gli esercizi Yoga) ad un processo di autoregolazione cognitivo-comportamentale e immaginativo.

Stueck e Gloeckner (2005) hanno dimostrato che dopo l'intervento i bambini mostravano un aumentato equilibrio emotivo a lungo termine a fronte di una riduzione delle paure, dei sentimenti di impotenza e di aggressività. Inoltre, i bambini sono riusciti a trasferire le tecniche di respirazione e le auto-istruzioni apprese a contesti diversi da quello in cui l'intervento ha avuto luogo (la scuola).

Similmente, Razza e colleghi (2015) hanno valutato l'efficacia di un intervento yoga basato sulla *mindfulness* nel promuovere l'autoregolazione in bambini di età tra i 3 e i 5 anni. I risultati suggeriscono che queste tecniche sono efficaci nel promuovere l'attenzione, il ritardo della gratificazione e il controllo inibitorio.

La *mindfulness*, spesso associata allo yoga, è definita come osservazione e consapevolezza delle proprie azioni, esterne e interne (pensieri, emozioni) (Zelazo & Lyons, 2012). In particolare, sembrano essere cinque i fattori che costituiscono la consapevolezza dell'individuo: la capacità di osservare le proprie esperienze e saperle descrivere, agire con consapevolezza, non giudicare l'esperienza interiore e porsi in un atteggiamento non reattivo di fronte a tale esperienza (Zelazo & Lyons, 2012).

Esercizi attenzionali basati sulla meditazione guidano gli individui a focalizzare la propria attenzione nel momento presente concentrandosi sulle sensazioni corporee associate, senza innescare una sequenza automatica di reazioni e valutazioni emotive (come il rimuginare).

La combinazione di yoga e *mindfulness* (consapevolezza corporea) è risultata funzionale nel supportare lo sviluppo dell'autoregolazione poiché mira ad allenare i processi di riflessione modulando le potenziali influenze determinate da emozioni quali l'ansia, lo stress, l'eccitazione e la motivazione, che possono facilitare o ostacolare le capacità del bambino di esercitare un controllo cognitivo adattivo (Zelazo & Lyons, 2012). Le pratiche di consapevolezza portano l'individuo in uno stato di elevata attenzione recettiva per l'esperienza momento per momento grazie a esercizi di rilassamento cosciente muscolare, creazioni di immagini mentali, allenamento alla consapevolezza dei propri pensieri in un'ottica non giudicante.

L'uso combinato dell'allenamento del corpo e della mente è supportato da studi sulla cognizione incarnata, in cui i cambiamenti nel corpo, in particolare nell'espressione facciale, influenzano l'elaborazione emotiva, facilitano il recupero dei ricordi autobiografici e migliorano i sentimenti di autoefficacia e controllo personale (Tang et al., 2012).

Napoli et al. (2005) hanno valutato un programma di 24 settimane di pratiche mindfulness ed esercizi yoga su un campione di 194 bambini in una scuola elementare. I bambini del campione sperimentale, a differenza dei bambini nel campione di controllo, hanno riportato

cambiamenti significativi nell'attenzione selettiva, un aumento delle abilità sociali in classe e una riduzione dell'ansia per le verifiche. In un ulteriore studio, i ricercatori volevano indagare l'effetto delle pratiche di consapevolezza sul controllo cognitivo in un campione di bambini in età prescolare. I risultati hanno mostrato un miglioramento del controllo cognitivo in particolare nell'autoregolazione comportamentale e nelle abilità di spostare, avviare e monitorare le proprie risorse cognitive, centrali nelle pratiche di respirazione della *mindfulness* (Napoli et al., 2005).

Lo yoga favorisce quindi il controllo volontario del comportamento per evitare la messa in atto di azioni automatiche, impulsive e che grazie al raggiungimento di un maggior livello di equilibrio mente-corpo, e a una maggior capacità di prestare attenzione al momento presente, il sistema è anche più ricettivo ad aspetti impliciti dell'ambiente e quindi potenzialmente più in grado di generare controllo cognitivo adattivo.

Queste evidenze sperimentali sottolineano come lo Yoga abbia quindi un grande impatto sullo sviluppo fisico e cognitivo ma i suoi effetti benefici aumentano se associato a pratiche di *mindfulness* e consapevolezza corporea, supportando le funzioni cognitive e sostenendo probabilmente anche lo sviluppo del controllo cognitivo adattivo.

2.2 Yoga, mindfulness e autoregolazione

L'abilità dei bambini di dirigere la propria attenzione e regolare il proprio comportamento in relazione a un compito di apprendimento è fondamentale per uno sviluppo sociale e scolastico ottimale (McClelland & Cameron, 2012).

L'autoregolazione è quell'abilità che permette a un individuo di controllare la propria attenzione, il proprio pensiero e il comportamento nonostante eventuali stimoli esterni o impulsi distraenti. Consente di gestire la percezione degli stimoli la manipolazione delle cognizioni e dei comportamenti associati all'emozione in funzione dell'adattamento biologico-sociale e della realizzazione degli individui (Eisenberg & Zhou, Capitolo 5, p. 118).

Inoltre, Liew (2011) definisce l'autoregolazione come un insieme di processi che consentono a un individuo di mantenere livelli ottimali di eccitazione emotiva, motivazionale e cognitiva. L'interesse scientifico per questo costrutto è legato al ruolo predittivo che le differenze individuali nell'autoregolazione nell'infanzia hanno per le abilità scolastiche (matematica, lettura), la salute fisica e le competenze socioemotive (Cunningham & Zelazo, 2007). Infatti, bambini con bassa autoregolazione hanno più probabilità di avere successivamente scarsa salute mentale, basso successo scolastico e una bassa posizione socioeconomica futura. Scarse capacità di autoregolazione (Razza et al., 2015) sono state associate a una serie di esiti negativi tra cui disturbo da deficit di attenzione e iperattività, ansia, depressione, fallimento scolastico, abuso di sostanze.

L'importanza delle pratiche yoga e mindfulness nel favorire l'autoregolazione comportamentale ed emotiva, può essere meglio compresa alla luce del modello di ritrattamento iterativo di Zelazo e Cunningham (2007). Secondo questo modello, la rielaborazione delle informazioni è essenziale per selezionare, attivare e mantenere nella memoria di lavoro gli obiettivi espliciti che andranno ad influenzare l'autoregolazione. La rielaborazione iterativa delle informazioni corrisponde alla riflessione sulle proprie esperienze soggettive e consente di considerare consapevolmente tali esperienze alla luce di ulteriori aspetti del contesto in cui si verificano. Considerando questo modello, praticare mindfulness si traduce in uno stato prolungato di attenzione selettiva intenzionale, in contrasto con l'automaticità frammentata associata al *multitasking* e all'*andering* mentale; quest'ultimo, si verifica quando l'attenzione è catturata da pensieri riguardanti emozioni, pensieri e azioni del futuro o del passato, che interferiscono con gli obiettivi del momento presente. Quindi questo stato di riflessione mirata sostiene l'autoregolazione promuovendo aspetti di controllo volontari (come l'attenzione sostenuta o la flessibilità cognitiva) e allenando l'individuo a

ridurre fino ad eliminare fonti di interferenza automatiche ed esterne (come giudizi improvvisi, reattività emotiva o una reazione a catena di pensieri angoscianti).

In conclusione l'autoregolazione ha mostrato una malleabilità precoce questo sottolinea l'importanza di intervenire precocemente. L'autoregolazione assume un ruolo importante poiché può essere utilizzata non solo come mezzo per sostenere i bisogni urgenti dei bambini ma anche per promuovere sane traiettorie di sviluppo (Howard et al., 2020).

Ci sono molte forme di pratica basata sulla consapevolezza che possono favorire l'autoregolazione, ma gli approcci più comuni includono pratiche meditative statiche (sedute) e movimento consapevole (yoga), che mirano a ridurre lo stress rafforzando l'attenzione e le capacità di regolazione delle emozioni (Razza et al., 2015).

2.1.2 Ricerca-intervento yoghiamo a scuola

La ricerca-intervento “Yoghiamo a scuola” oggetto del presente elaborato, è stata promossa dalla collaborazione tra il Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università di Padova (responsabile della ricerca Prof. Giovanni Mento) e la cooperativa “Progetto Insieme” di Noventa Padovana (Padova) (responsabile dell'intervento dr. Michele Guidi, psicologo e psicoterapeuta) e ha previsto lo svolgimento di un percorso di yoga associato a mindfulness rivolto all'ultimo anno dell'infanzia e alle prime due classi della scuola primaria di primo grado dell'I.C. Santini di Noventa Padovana (Padova). L'intervento ha avuto una durata di 2 mesi, per un totale di 8 incontri da un'ora ciascuno a cadenza settimanale e sono stati condotti da professionisti formati (dr.ssa Francesca Incagli, psicologa, e dr. Luca Sbernini, psicologo) Le lezioni seguivano una struttura base che si ripeteva ad ogni incontro, con un aumento progressivo delle difficoltà e delle richieste:

- Accoglienza e spiegazione delle regole
- Giochi di conoscenza
- Riscaldamento

- Giochi di visualizzazione e animazione
- Asana
- Meditazione e rilassamento

Una volta accolti i bambini nei locali adibiti dalla scuola (palestra o biblioteca), seduti in cerchio venivano presentate le regole attraverso cartoncini disegnati che venivano mantenuti in vista durante il corso di tutta l'attività per richiamare il gruppo all'attenzione in maniera immediata e giocosa se necessario. Le regole riguardavano l'importanza del silenzio, il rispetto per le persone e gli oggetti circostanti, la bellezza del fare tutto con la gioia nel cuore e un gran sorriso.

Seguiva un momento di presentazione individuale dove a turno ciascun bambino, attraverso giochi di movimento e vocalizzazioni, si presentava ed esprimeva ciò che in quel momento sentiva (ad esempio, riprodurre un suono collegato all'emozione che provavano) o come quel giorno voleva presentarsi al gruppo. Questo primo momento di autonomia di scelta e di espressività permette di creare un'iniziale sintonia e legame come gruppo e di allenare la capacità di turnazione e di saper ascoltare il proprio compagno. L'autostima ricopre un ruolo attivo nel processo di crescita e, attraverso questi gesti iniziali, il bambino deve esprimere sé stesso davanti ad un'altra persona; inoltre, deve far riferimento al proprio bagaglio esperienziale e, attraverso un'attività di *problem solving* (selezionare le possibili risposte) e *decision making* (*decidere quale risposta portare all'interno del gruppo*), scegliere l'elemento che più lo rappresenti in quel momento.

Successivamente si rompeva il cerchio e i bambini venivano invitati a salire ognuno sul proprio tappetino per iniziare il riscaldamento a bassa intensità con esercizi ginnici sul posto. Il riscaldamento proseguiva con qualche esercizio più riflessivo e di visualizzazione come immedesimarsi in un filo d'erba trasportato dal vento, oppure ripercorrendo in immaginazione i colori e la creazione dell'arcobaleno attraverso il movimento guidato.

Per motivare e coinvolgere i bambini, il momento della spiegazione delle posizioni Asana (in totale 13) è stato introdotto da una storia sull'origine dello yoga. Le Asana promuovono il movimento all'interno di una cornice che gli attribuisce un significato simbolico: il bambino si mette in posizione esercitando uno sforzo fisico ma allo stesso tempo si immedesima nella posizione e gli attribuisce un significato. Le Asana richiedono un monitoraggio attento per mantenere la posizione sono un costante allenamento per l'attenzione selettiva.

A complemento degli Asana venivano praticati i Mudra, gesti simbolici da riprodurre con le mani e le dita, che liberano un flusso di energia attraverso il corpo favorendo uno stato ottimale per le successive pratiche meditative. Mudra diversi stimolano parti diverse del proprio corpo e cervello, incanalando l'energia verso un punto preciso e portano inoltre con sé un significato simbolico.

Sono stati usati i seguenti mudra:

- Mudra padma: fiore di loto, “sono puro in ogni momento della mia vita”
- Mudra ganesh: elefante, “sono forte e supero tutti”
- Mudra garuda: aquila, “non ho limiti sono libero”
- Mudra bhu: terra “la terra mi sostiene e mi protegge”
- Mudra pushpaputa: vaso pieno di fiori, “ho le mani aperte per ricevere e dare”

L'ultima parte della lezione era dedicato al rilassamento e al respiro consapevole. Seduti sul tappetino i bambini, con un sottofondo di musica rilassante, strofinavano le mani immaginando di produrre la “crema degli angeli” da spalmare poi su tutto il corpo partendo dai piedi fino ad arrivare al volto. Si proseguiva stendendosi e prendendo coscienza del proprio respiro addominale e diaframmatico, concentrandosi sull'aria che entra ed esce dalle narici e la pancia che si gonfia e sgonfia lentamente ad ogni respiro.

Questi esercizi di consapevolezza corporea sono importanti per il bambino che pensa al suo corpo rispetto al tempo, allo spazio e agli altri e deve monitorare queste sensazioni e posizioni

nel tempo. Alcune lezioni prevedevano l'esposizione di favole con un messaggio morale al loro interno che portava i bambini a riflettere su tematiche quali la collaborazione, il porre attenzione alle piccole cose, l'importanza dell'ascoltare. Seguiva un piccolo dibattito incalzato dalle domande della psicologa che stimolava i bambini a riflettere ed esprimere il proprio punto di vista. L'ultima lezione prevedeva la lettura di una Favola delle Asana dove i bambini passo per passo ripercorrevano le posizioni imparate e attraverso un processo di simbolizzazione importante si immedesimavano nella storia interiorizzando gli insegnamenti di ciascuna asana mentre la mettevano in atto.

L'obiettivo era quello di lavorare sullo sviluppo armonioso del bambino, coinvolgendo lo sviluppo cognitivo, socio-emotivo e affettivo relazionale.

CAPITOLO 3 – LA RICERCA

3.1 Obiettivi

Il controllo cognitivo è stato incasellato per un lungo periodo come un processo statico e stabile ma recentemente la ricerca ha evidenziato l'aspetto adattivo di questo costrutto (Braem & Egner, 2018). L'essere umano infatti ha la capacità di cogliere le regolarità statistiche dell'ambiente circostante, introiettarle e generare un modello predittivo interno sulla base del quale vengono allocate le risorse cognitive in modo adattivo. Si apre quindi una nuova prospettiva sul controllo cognitivo adattivo e su come questo possa essere allenato. Alcune evidenze supportano l'efficacia dello Yoga associato a Mindfulness per il potenziamento del controllo cognitivo e dell'attenzione sostenuta, ma non è chiaro se questi miglioramenti esitino anche in forme di controllo cognitivo adattivo più efficaci. La presente ricerca ha dunque come obiettivo quello di indagare se un percorso di yoga (adattato ai bambini) svolto nelle scuole possa avere un impatto positivo sulle capacità del controllo cognitivo adattivo. In particolare, questo elaborato si concentrerà sul controllo delle interferenze in un contesto più o meno predittivo, valutando se questa competenza subisca dei miglioramenti dopo un training di yoga associato a mindfulness.

3.2 Metodo

3.2.1 Partecipanti

La ricerca-intervento “Yoghiamo a scuola” oggetto del presente elaborato è stata condotta presso l'IC “Santini” di Noventa Padovana (Padova) e ha coinvolto un totale di 211 bambini dell'ultimo anno della scuola materna e dei primi due anni della scuola primaria di primo grado. Complessivamente, oltre il 95% delle famiglie ha aderito al progetto. I bambini sono stati dunque suddivisi in tre gruppi: materna (4-5 anni), prima elementare (6-7 anni) e seconda

elementare (7-8 anni). I criteri di inclusione applicati sono un quoziente di intelligenza non verbale nella norma, assenza di disturbi neurologici (ad esempio, epilessia) o psichiatrici.

Sono stati esclusi un totale di 16 bambini secondo criteri diversi: la presenza di un quoziente di intelligenza non verbale, come misurato mediante le Matrici Colorate di Raven (Raven & Court, 1938), sotto 2 deviazioni standard dalla norma (5 bambini); presenza di disturbi neurologici come ad esempio epilessia (4 bambini); difficoltà nello svolgimento del compito come ad esempio poca collaborazione (4 bambini); difficoltà nella comprensione della lingua italiana (2 bambini); disturbi sensoriali (1 bambino).

Inoltre, dei bambini inclusi nel campione finale, un totale di 20 bambini sono stati esclusi a causa di problemi tecnici. Nel presente elaborato non verranno analizzati i dati relativi alle classi materne, dal momento che l'accuratezza globale al compito è risultata in media inferiore al 65% e il campione finale risulta di conseguenza limitato (N = 13). Verranno invece analizzati e presentati solo i dati relativi ai bambini che hanno partecipato a entrambe le fasi di valutazione (pre intervento Yoga e post intervento Yoga) delle classi prime e seconde primaria per un totale di 144 bambini inclusi nelle analisi.

Tutti i partecipanti avevano una vista normale o corretta. Le caratteristiche demografiche dei tre gruppi sono descritte in Tabella 1.

Tabella 1. Principali caratteristiche demografiche dei partecipanti

Gruppo	Età media \pm SD (range)	Sesso		n
		Femmine	Maschi	
Prima elementare	5.7 \pm 0.5 (5-7)	47	34	81
Seconda elementare	6.7 \pm 0.4 (6-7)	25	38	63

3.2.2. Conformità etica

I genitori dei/le bambini/e che hanno preso parte alla ricerca hanno fornito il loro consenso scritto mentre i/le bambini/e hanno fornito il loro assenso orale alla partecipazione. Tutte le procedure sperimentali sono state approvate dal Comitato Etico della Scuola di Psicologia dell'Università di Padova (protocollo n. 4027) e sono state condotte secondo i principi espressi dalla Dichiarazione di Helsinki.

3.3 Stimoli e procedure

3.3.1. Procedura sperimentale

La ricerca-intervento “Yoghiamo a scuola” ha previsto tre fasi: una prima fase di valutazione (fase pre-Yoga, ottobre 2021), una fase di intervento (percorso Yoga, 8 settimane, novembre-dicembre 2021) e una seconda fase di valutazione (fase post-Yoga, marzo 2022). È opportuno sottolineare che l'originaria programmazione dell'intervento ha subito delle modifiche a causa della pandemia da Covid-19; infatti, l'aumentare dei casi di contagio non ha permesso di svolgere la seconda fase di valutazione subito dopo l'intervento Yoga (gennaio 2022). Le implicazioni di questa inevitabile modifica sugli esiti della presente ricerca saranno discusse in seguito. L'intervento Yoga proposto (si veda *Capitolo 2, paragrafo 2.1.2*) è stato coordinato dallo psicologo psicoterapeuta dr. Michele Guidi e condotto dalla psicologa Dott.ssa Francesca Incagli e dallo psicologo Dott. Luca Sbernini. In entrambe le fasi di valutazione si è prevista la somministrazione di una batteria testistica PACC (Padua Adaptive Cognitive Control; Mento et al., in prep.) composta da quattro compiti sperimentali. Nello specifico, l'obiettivo della batteria è indagare diversi aspetti del controllo cognitivo, quali flessibilità, inibizione e autocontrollo, secondo la prospettiva teorica del controllo cognitivo adattivo (Braem & Egner, 2018). Nel presente elaborato verrà presentato uno di questi

compiti, una versione modificata dell'Attentional Network Task (ANT; Rueda et al., 2004), che valuta come il controllo cognitivo si adatta implicitamente a diversi contesti predittivi. Inoltre, in entrambe le fasi di valutazione si sono somministrati dei questionari ai genitori e agli insegnanti al fine di valutare aspetti emotivi-comportamentali dei bambini e i livelli di stress nei genitori e insegnanti.

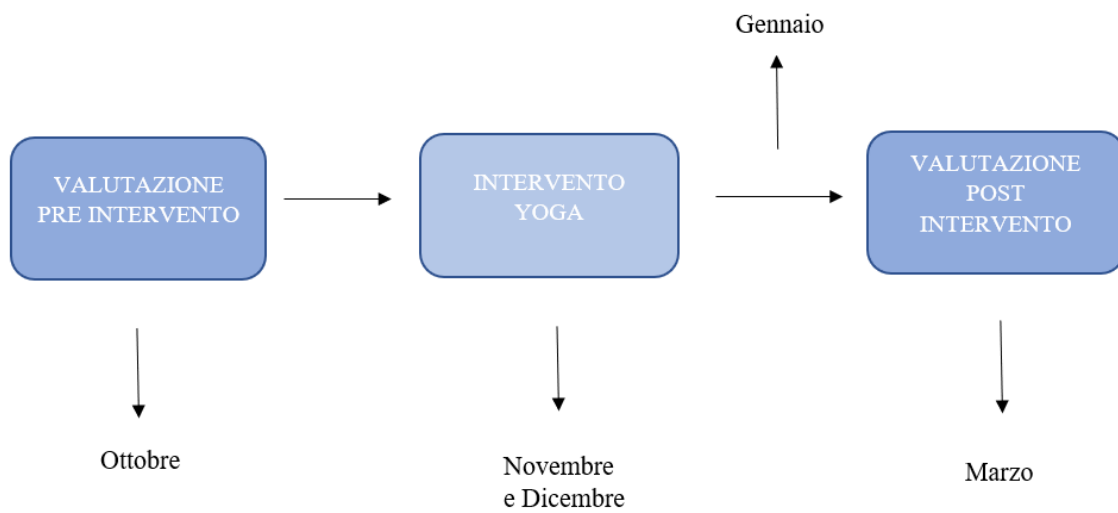


Fig.1- riassunto della struttura dell'intervento

3.3.2 I questionari

Il questionario richiedeva 20 minuti circa per la compilazione e differiva tra genitori e insegnanti. Le informazioni raccolte non avevano alcun valore clinico-diagnostico ma solo di ricerca.

3.3.2.1 Genitori

- **scheda anamnestica:** richiede informazioni generali sul nucleo familiare (ad esempio, status socioeconomico, stato occupazionale dei genitori) e sullo sviluppo psicomotorio e sociale del figlio (ad esempio, raggiungimento delle principali tappe evolutive, abitudini del sonno e dell'alimentazione, sport praticati, ecc.)

- **Conners (CRS-R) versione genitore:** il questionario presenta, attraverso 80 item, una serie di problemi comuni nei bambini in diversi contesti di vita quotidiana come *“E’ arrabbiato”* oppure *“Ha difficoltà a mantenere l’attenzione quando fa i compiti o quando gioca”*. Il genitore deve specificare quanto ciascuna affermazione è vera per suo figlio, fornendo una risposta su una scala Likert a 4 punti, da 0 che equivale a *“non vero, mai, raramente”* a 3 che equivale a *“molto vero, molto spesso, molto frequente”*, tenendo in considerazione solo l’ultimo mese. Le principali sottoscale sono: *“Oppositività”, “Disattenzione”, “Iperattività”, “Ansia/Timidezza”, “Perfezionismo”, “Problemi Sociali”*.
- **Parenting Stress Index (PSI) - IV Edition Short Form:** indaga lo stress percepito dal genitore nelle cure verso il figlio; in particolare, si concentra sullo stress *“negativo”* del genitore, la qualità dell’interazione tra il genitore e il proprio figlio e le caratteristiche specifiche del bambino. Si articola in 36 affermazioni come *“Mi sento intrappolato/a dalle mie responsabilità di genitore”, “Mio figlio sorride molto meno di quanto mi aspettassi”* oppure *“Il ritmo del sonno e dell’alimentazione di mio/a figlio/a sono stati più difficili da regolare di quanto mi aspettassi”* a cui rispondere senza soffermarsi a pensare troppo. Le risposte sono fornite su una scala Likert a 5 punti che va da *“Fortemente in disaccordo”* (FD) a *“Fortemente d’accordo”* (FA). Le principali sottoscale sono: *“Distress Genitoriale”, “Interazione Genitore-Bambino Disfunzionale”, “Bambino Difficile”, “Stress Totale”*.

3.3.2.2 Insegnanti

- **Conners (CRS-R) versione insegnante:** il questionario presenta, attraverso 59 item, una serie di problemi comuni che i bambini possono presentare a scuola come *“Si fa facilmente distrarre dagli stimoli esterni”* oppure *“Giocherella”*. L’insegnante deve fornire una risposta su una scala Likert a 4 punti che va da 0 che equivale a *“non vero,*

mai, raramente” a 3 che equivale a “*molto vero, molto spesso, molto frequente*”, tenendo in considerazione solo l’ultimo mese. Nello specifico, alle insegnanti è stato chiesto di compilare un questionario per ciascuna classe, riferendosi dunque non ai singoli alunni ma complessivamente alla sezione, indicando quanti alunni riguarda all’incirca ciascun comportamento osservato e con quale intensità si manifesta.

- **Stress:** è stato chiesto alle insegnanti di indicare su una scala da 0 a 10 lo stress percepito nel ruolo di insegnante con riferimento all’attività didattica in ciascuna classe.

3.3.3 ANT

Il presente compito sperimentale è stato creato e somministrato mediante il software OpenSesame (Mathôt et al., 2012). La somministrazione è avvenuta presso locali silenziosi adibiti dal plesso scolastico (ad esempio, la biblioteca). I bambini erano seduti comodamente ad una distanza di circa 60 cm dallo schermo del computer (15” pollici) e hanno svolto la batteria testistica PACC (Padua Adaptive Cognitive Control; Mento et al., in prep.).

La batteria iniziava con un’indagine del funzionamento intellettuale non verbale attraverso le matrici di Raven (presenti solo nella valutazione t0). Seguivano quattro compiti: il compito Dynamic Temporal Prediction Task (DTP); una versione modificata del compito Attention Network Task (ANT); una versione modificata del compito Task Switching (TS); infine, una versione modificata del compito Balloon Analogue Risk Task (BART).

In questo elaborato ci concentreremo sull’ANT, un compito di controllo inibitorio che, nella versione riadattata usata all’interno della presente ricerca ha consentito di studiare come il controllo cognitivo nella risoluzione di situazioni di conflitto cognitivo sia influenzato dalle caratteristiche del contesto, più o meno predittivo di situazioni conflittuali. La durata complessiva del compito era di circa 10 minuti.

3.3.3.1 Struttura del trial

Ciascun trial iniziava con la comparsa di una croce di fissazione per 450 ms. Lo stimolo target consisteva nel disegno di un pesciolino arancione oppure di una linea orizzontale con cinque pesciolini arancioni. Il target (dimensioni effettiva dello stimolo: 1800 x 1013 pixels, 135 dpi) veniva presentato sopra, sotto o in corrispondenza della croce di fissazione, sopra uno sfondo azzurro. I bambini dovevano rispondere il più velocemente e correttamente possibile in base alla direzione verso cui il pesciolino centrale era rivolto (sinistra o destra) premendo il rispettivo tasto a sinistra o a destra sulla tastiera entro 3000 ms dalla comparsa del target. I trial potevano essere congruenti, incongruenti o neutri. Nello specifico, nei trial congruenti tutti i pesciolini erano rivolti nella stessa direzione, nei trial incongruenti i pesciolini laterali erano rivolti nella direzione opposta rispetto al pesciolino centrale e nei trial neutri il pesciolino centrale compariva da solo (Fan et al., 2002) (Figura 2).

Vi erano inoltre quattro condizioni di warning che precedevano la comparsa del target: warning centrale, warning spaziale, doppio warning o nessun warning. Nella condizione warning centrale, un asterisco veniva presentato nella stessa posizione spaziale della croce di fissazione e aveva la funzione di generale allerta verso la prossima comparsa del target. Nella condizione warning spaziale, un asterisco appariva nella stessa posizione (cue valido, 50% dei casi) o nella posizione opposta (cue invalido, 50% dei casi) rispetto al target e creava un bias nell'orientamento dell'attenzione. Nella condizione doppio warning, due asterischi comparivano insieme uno sopra e l'altro sotto la croce di fissazione e generavano una globale allerta verso la prossima comparsa del target. Infine, nella condizione nessun warning il target non era preceduto dalla comparsa di nessun cue. Ciascun warning durava 450 ms ed era seguito dal target. L'intervallo inter-trial (ITI) era fisso di 500 ms.

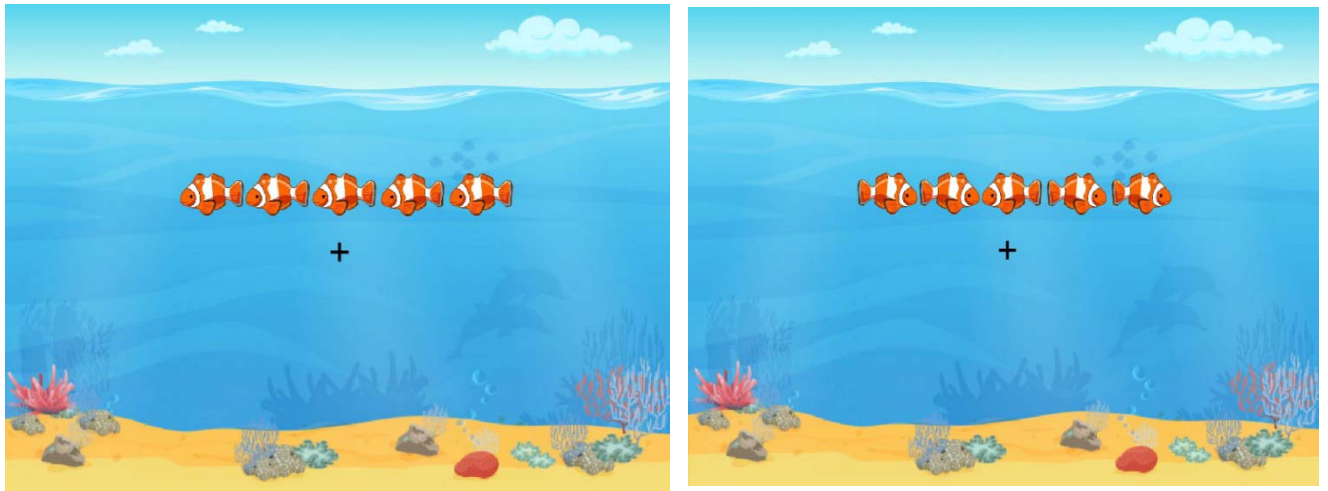


Fig. 2 - a sinistra esempio di blocco congruente, a destra esempio di blocco incongruente

3.3.3.2 Struttura del compito

Il compito si componeva di due blocchi: il primo blocco “non predittivo” e il secondo blocco “predittivo”, per un totale di 72 trials. Per indagare come il controllo cognitivo è influenzato dalle caratteristiche di predicibilità del contesto nella risoluzione di conflitto cognitivo, è stata manipolata la proporzione di trial congruenti (assenza di conflitto cognitivo) e trial incongruenti (presenza di conflitto cognitivo). Nel blocco “non predittivo” (36 trials) la proporzione di trial congruenti e incongruenti era 50:50 mentre nel blocco “predittivo” (36 trials) la proporzione era rispettivamente del 75:25, generando dunque un’aspettativa maggiore - e di conseguenza una maggior preparazione - per la comparsa di trial congruenti rispetto a trial incongruenti. Le istruzioni fornite sono riportate in Figura 3. È importante sottolineare che i bambini non erano a conoscenza della manipolazione delle proporzioni di trial congruenti e incongruenti lungo il compito; inoltre, tra il blocco “non predittivo” e il blocco “predittivo” non sono state inserite pause per evitare che l’interruzione del compito suggerisse il cambio nelle caratteristiche di predicibilità del compito. Per evitare un eccessivo affaticamento nei bambini, sono state fornite delle pause ogni 18 trials. L’ordine dei blocchi era fisso tra i partecipanti. Per motivare i bambini venivano fornite le seguenti istruzioni all’inizio del compito: “*Nik deve preparare una festa a sorpresa per la sorellina Maty e*

servono anche tanti bei regali, uno è un fantastico pesciolino! Ti va di aiutare Nik a prendere il pesciolino Nemo da regalare a Maty?''.

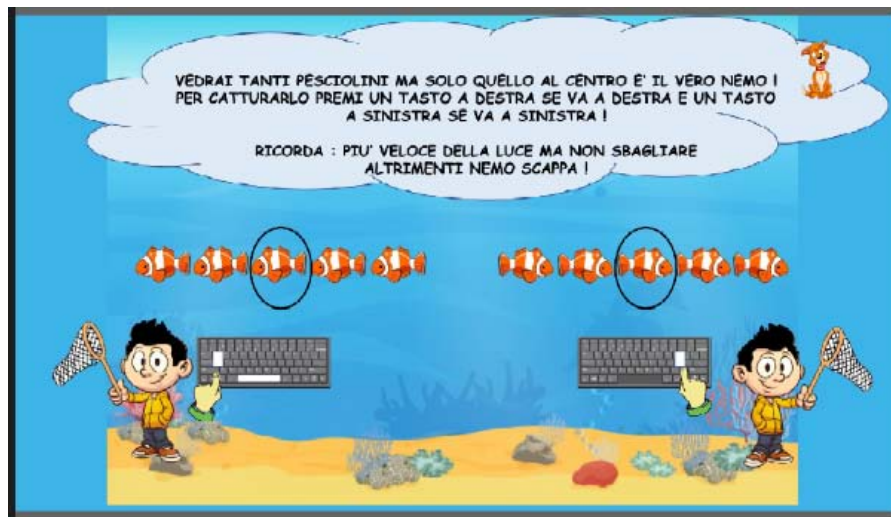


Fig.3: Istruzioni task ANT

Tutti i blocchi erano simili per richieste sensorimotorie, dal momento che gli stimoli visivi e le richieste motorie erano le stesse lungo il compito. L'unico cambiamento era il cambiamento del contesto predittivo esperito tra i due blocchi.

I due blocchi sperimentali erano preceduti da un blocco di pratica di 12 trials per assicurarsi che i bambini avessero compreso correttamente le istruzioni. Durante la pratica, i bambini ricevevano un feedback uditivo ad ogni trial in base alla loro performance. Nello specifico, un suono grave a bassa frequenza compariva in caso di risposte sbagliate o non date mentre un suono acuto ad alta frequenza seguiva le risposte corrette tra 450 e 3000 ms. Nessun feedback è stato fornito durante i blocchi sperimentali.

3.4 Ipotesi sperimentali

La prima ipotesi sperimentale (H1) esplorata riguarda complessivamente l'adeguatezza del compito e la sua sensibilità nel rilevare gli effetti attesi. Nello specifico, ci attendiamo:

- H1a: adeguatezza del compito in termini di tempi di reazione adeguati ed elevati punteggi di accuratezza.

- H1b: in linea con la letteratura (Rueda et al., 2004) ci aspettiamo tre effetti principali del compito: alerting, orienting ed executive function.
- *Executive function*: viene calcolata attraverso la formula “RTs incongruenti – RTs congruenti”, sottraendo quindi al valore dei tempi di reazione nei trial incongruenti il valore dei tempi di reazione nei trial congruenti. Il valore atteso è positivo, in quanto ci si aspetta tempi di reazione maggiori ai trial incongruenti dal momento che questi richiedono una maggiore richiesta di controllo cognitivo legato al dover gestire l’interferenza tra l’informazione rilevante (direzione del target centrale) e quella irrilevante (direzione dei distrattori laterali o flankers).
- *Alerting*: è una condizione di attivazione, in questo disegno sperimentale innescata dal cue che compare sopra o sotto il punto di fissazione prima della comparsa dello stimolo. Viene calcolato attraverso la formula “no– center” ovvero sottraendo al valore dei tempi di reazione in assenza dello stimolo di allerta il valore dei tempi di reazione rispetto alla condizione in cui esso è presente. Anche in questo caso ci si aspetta un valore positivo poiché i tempi di reazione sono più alti nella condizione “no cue”, in quanto l’assenza di attivazione si riflette in una ridotta preparazione alla risposta e, di conseguenza, in tempi di reazione più lenti.
- *Orienting*: condizione di orientamento spaziale; nello specifico, in una condizione sperimentale il cue compare al centro, mentre in un’altra condizione sperimentale (orienting) il cue compare sopra o sotto il punto di fissazione, fornendo un’anticipazione circa la posizione di comparsa dello stimolo rilevante per il compito. Si calcola con la formula “center -

orienting” cioè come la differenza tra condizione di *center* e la media dei valori tra la condizione *up* e la condizione *down* (nominata *orienting*).

La seconda ipotesi (H2) riguardava l’efficacia del compito nel rilevare gli aspetti adattivi relativi al controllo cognitivo, in particolare:

- H2: la differenza in termini di tempi di reazione tra i trial incongruenti rispetto ai trial congruenti dovrebbe risultare maggiore nel blocco predittivo rispetto al blocco non predittivo. La manipolazione *list-wide* della proporzione fra trial congruenti e incongruenti dovrebbe infatti indurre una velocizzazione all’interno del blocco predittivo nei trial congruenti, in quanto più frequenti e pertanto più probabili.

La terza ipotesi (H3) riguardava l’effetto dell’intervento yoga sia sul controllo cognitivo globale che sugli aspetti adattivi:

- H3a: ci si aspetta una riduzione dell’effetto executive function poiché questo riflette i tempi di reazioni nel blocco congruente e nel blocco incongruente; infatti, in presenza di un miglior controllo cognitivo sull’interferenza la differenza tra blocchi congruenti e incongruenti dovrebbe ridursi perché il bambino diventa più veloce anche nei trial incongruenti in funzione dell’apprendimento implicito del livello di conflitto contestuale.
- H3b: abbiamo calcolato un Delta Executive Function Adaptive, come differenza tra l’effetto executive function nel blocco non predittivo (la proporzione trial congruenti-incongruenti equivale a 50:50) e l’effetto executive function nel blocco predittivo (la proporzione trial congruenti-incongruenti equivale a 75:25). In linea con la letteratura (Gonthier & Blaye, 2021) ci aspettiamo che nel blocco predittivo (75:25) emerga un valore executive function positivo maggiore rispetto al blocco non predittivo (50:50) per la maggior presenza di prove congruenti che dovrebbe complessivamente generare una differenza maggiore tra i tempi di reazione ai trial congruenti e incongruenti.

Quindi ci attendiamo in generale che il Delta Executive Function Adaptive risulti negativo. Inoltre, ci si aspetta una riduzione del Delta Executive Function in seguito all'intervento Yoga. In linea con la letteratura, lo Yoga favorirebbe un aumento dell'attenzione focalizzata e un miglioramento quindi nei compiti che richiedono un controllo delle interferenze (Razza et al., 2015).

La quarta ed ultima ipotesi (H4) indaga la presenza di benefici derivati dall'intervento Yoga sul piano emotivo e comportamentale dei bambini. Successivamente si concentra sui livelli di stress percepito dai genitori e gli insegnanti. Nello specifico ci si aspetta:

- H4a: complessiva riduzione dei punteggi nelle sottoscale del CRS-R versione genitori e nelle sottoscale del PSI per i genitori, che rifletterebbe una diminuzione dell'intensità del comportamento indagato.
- H4b: complessiva riduzione dei punteggi nelle sottoscale CRS-R versione per insegnanti e riduzione del livello di stress percepito negli insegnanti, che rifletterebbe una diminuzione dell'intensità del comportamento indagato.

3.5 Analisi dei Dati

Le analisi dei dati sono state condotte attraverso il software statistico "R" (Development Core Team, 2008).

La presente ricerca ha utilizzato un disegno sperimentale 2 (classe) x 2 (tempo di valutazione) x 2 (trial type) x 4 (warning type), con i seguenti livelli per le rispettive variabili indipendenti:

- Classe: prima elementare vs seconda elementare; si è indagato se gli effetti emersi dipendessero da differenze nel livello di scolarità dei partecipanti.
- Tempo di valutazione: t0 (valutazione pre-Yoga) vs t1 (valutazione post-Yoga); si è valutato l'effetto dello yoga sul controllo cognitivo adattivo.
- Tipo di trial: congruenti vs incongruenti; è stato indagato se il tipo di trial modificasse la prestazione.

- Warning type: no vs center vs up vs down; è stato indagato l'effetto del cue sui tempi di reazione nell'esecuzione del compito.

Come variabili dipendenti sono state considerate:

- Tempi di reazione (RTs): misurati in millisecondi a partire dalla comparsa del target e successivamente trasformati logaritmicamente.
- Indice Executive function (EF), calcolato secondo la formula seguente

$$\mathbf{EF = RTs\ medi\ nei\ trial\ incongruenti - RTs\ medi\ nei\ trial\ congruenti}$$

- Delta Executive Function Adaptive

$$\mathbf{\Delta\ Executive\ Function\ Adaptive = EF\ 50:50 - EF\ 75:25}$$

Nelle analisi sui tempi di reazione sono stati considerati solo i trial a cui i soggetti hanno risposto correttamente. L'ipotesi H1a è stata verificata attraverso un'analisi esplorativa grafica.

L'ipotesi H1b è stata testata usando modelli lineari misti (LMMs) con intercetta random per soggetto e i RTs come variabile dipendente. Per ciascun indice (executive function, alerting, orienting) sono stati testati separatamente per tempo di valutazione diversi LMM ed è stato scelto quello più adeguato in base al Akaiake information criterion (AIC). Per l'executive function sia al tempo t0 che t1 è stato utilizzato un LMM con classe e tipo di trial come variabili indipendenti mentre al tempo t1 è stato utilizzato un LMM con solo il tipo di trial come variabile indipendente. Per l>alerting è stato utilizzato al tempo t0 un LMM con classe e warning type (livelli della variabile considerati: no vs center) come variabile indipendenti mentre al tempo t1 è stato utilizzato un LMM con solo warning type come variabile indipendente. Per l'orienting è stato utilizzato sia al tempo t0 che al tempo t1 un LMM con classe e warning type (livelli della variabile considerati: center vs orienting [up e down]) come variabili indipendenti.

L'ipotesi H2 è stata indagata mediante osservazione grafica. Le ipotesi H3a ed H3b sono state verificate attraverso un LMM con tempo di valutazione e classe come variabili indipendenti. Infine, le ipotesi H4a e H4b sono state indagate attraverso un'analisi comparativa dei punteggi utilizzando *paired t-test*.

CAPITOLO 4 – RISULTATI

4.1 H1a: accuratezza e tempi di reazione

La prima ipotesi è stata verificata attraverso un'indagine esplorativa mediante visualizzazione grafica dei dati relativi ad accuratezza e tempi di reazione per entrambe le fasi di valutazione. Per quanto concerne l'accuratezza, complessivamente i punteggi medi sono risultati al di sopra del 70% e sono stati esclusi dalle successive analisi 10 bambini con punteggi di accuratezza inferiori al 65 %. In Figura 4 possiamo osservare un aumento dell'accuratezza tra il tempo t0 e il tempo t1 sia in prima che in seconda elementare.

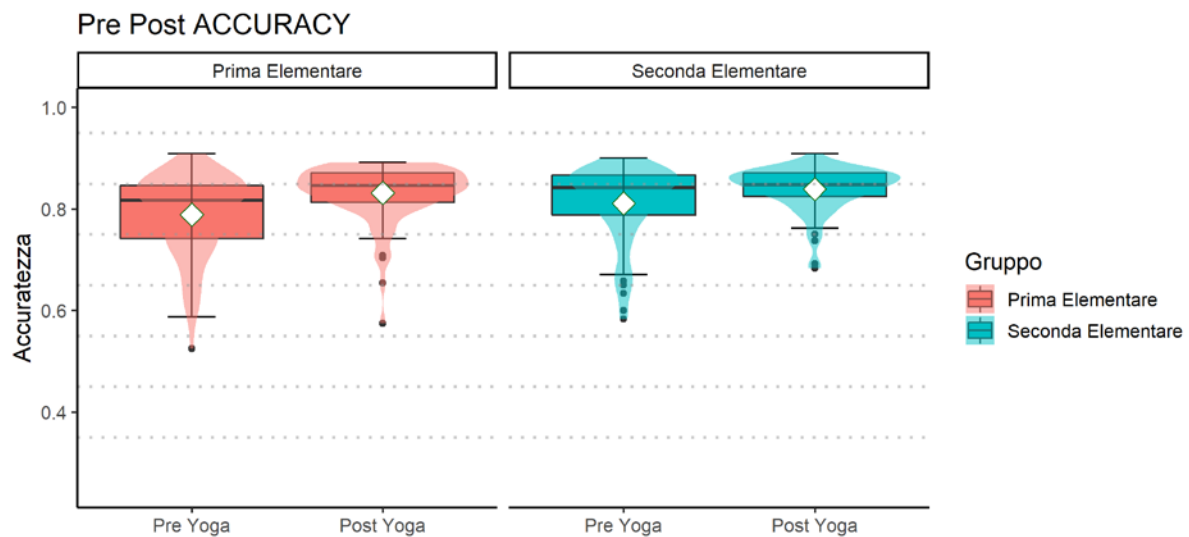


Fig.4: accuratezza nel compito al tempo t0 e al tempo t1

Per quanto riguarda i tempi di reazione (RTs) osserviamo complessivamente tempi di reazione adeguati e una diminuzione degli stessi tra il t0 e i t1 sia in prima elementare che in seconda elementare (Figura 5).

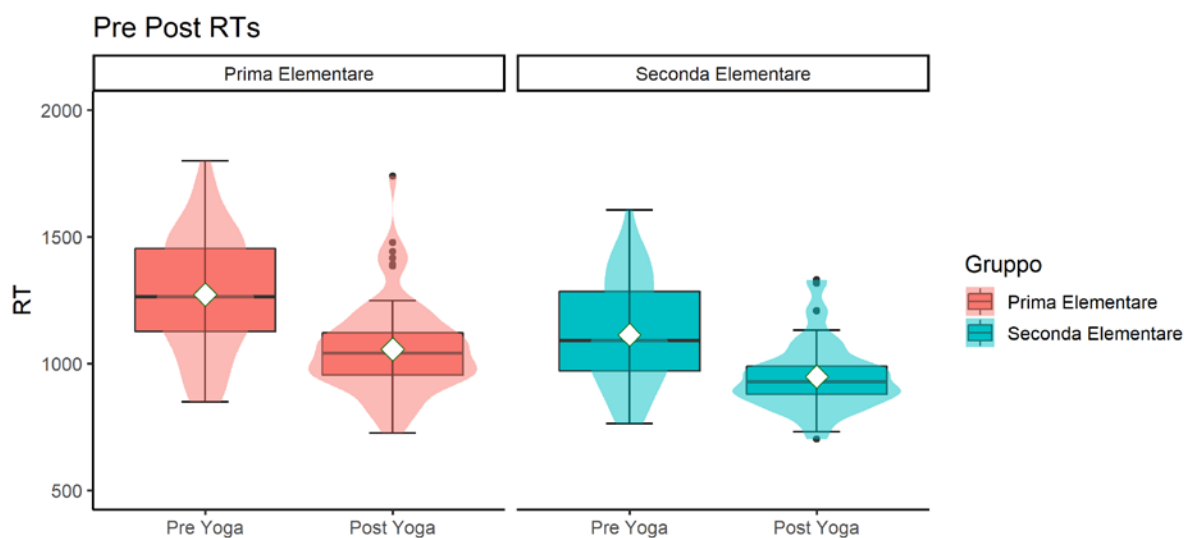


Fig.5 - RTs in prima e seconda elementare pre e post intervento Yoga

Globalmente, dunque, il compito è risultato adeguato alle capacità dei bambini di prima e seconda elementare.

4.2 H1b: executive function, alerting e orienting

Ogni indice è stato scomposto e analizzato al tempo t0 e al tempo t1.

4.2.1 Executive function

Per valutare l'effetto executive function è stata indagata l'influenza del tipo di trial sui tempi di reazione. A t0, l'analisi ha messo in luce un effetto significativo del tipo di trial ($F_{(1, 2054.29)} = 221.21, p < .001$) e della scolarità ($F_{(1, 138.95)} = 16.88, p < .001$) (Figura 6). Globalmente, osserviamo il trend evolutivo atteso per cui i bambini di seconda elementare hanno mostrato RTs più veloci rispetto ai bambini di prima elementare; inoltre, si conferma la presenza dell'effetto executive function in quanto entrambi i gruppi mostrano RTs più veloci nei trial congruenti rispetto a quelli incongruenti. Coerentemente con t0, l'effetto del tipo di trial sui tempi di reazione è risultato essere significativo ($F_{(1, 2028.7)} = 199, p < .001$) (Figura 7), confermando dunque la presenza dell'effetto executive function. Come si può osservare in Figura 8, in tutti e due i gruppi, in linea con le attese, l'executive function è risultato essere positivo in entrambe le fasi di valutazione.

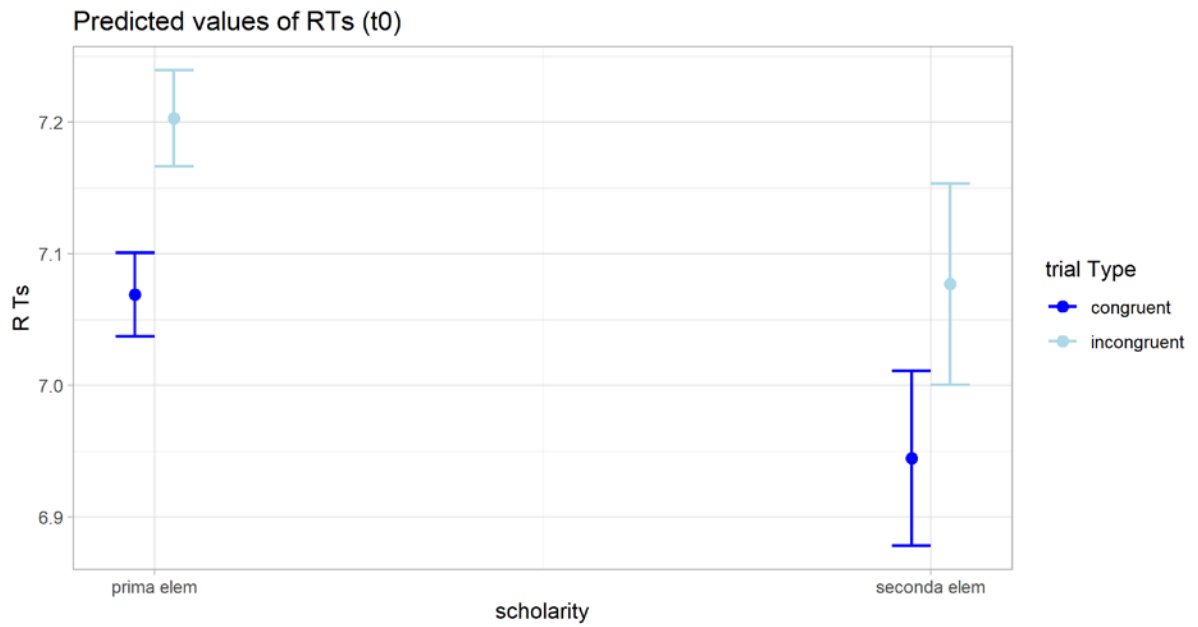


Fig.6 - RTs al tempo t0 a confronto tra blocchi congruenti e incongruenti nei due gruppi sperimentali

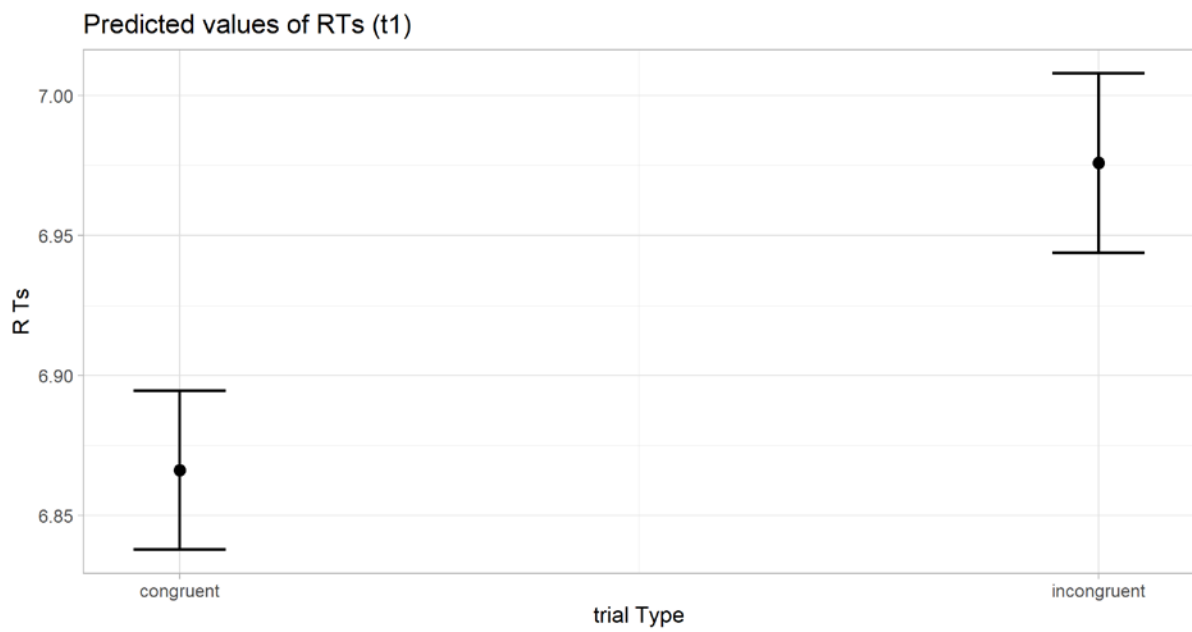


Fig. 7 - RTs al tempo t1 nei blocchi congruenti e incongruenti

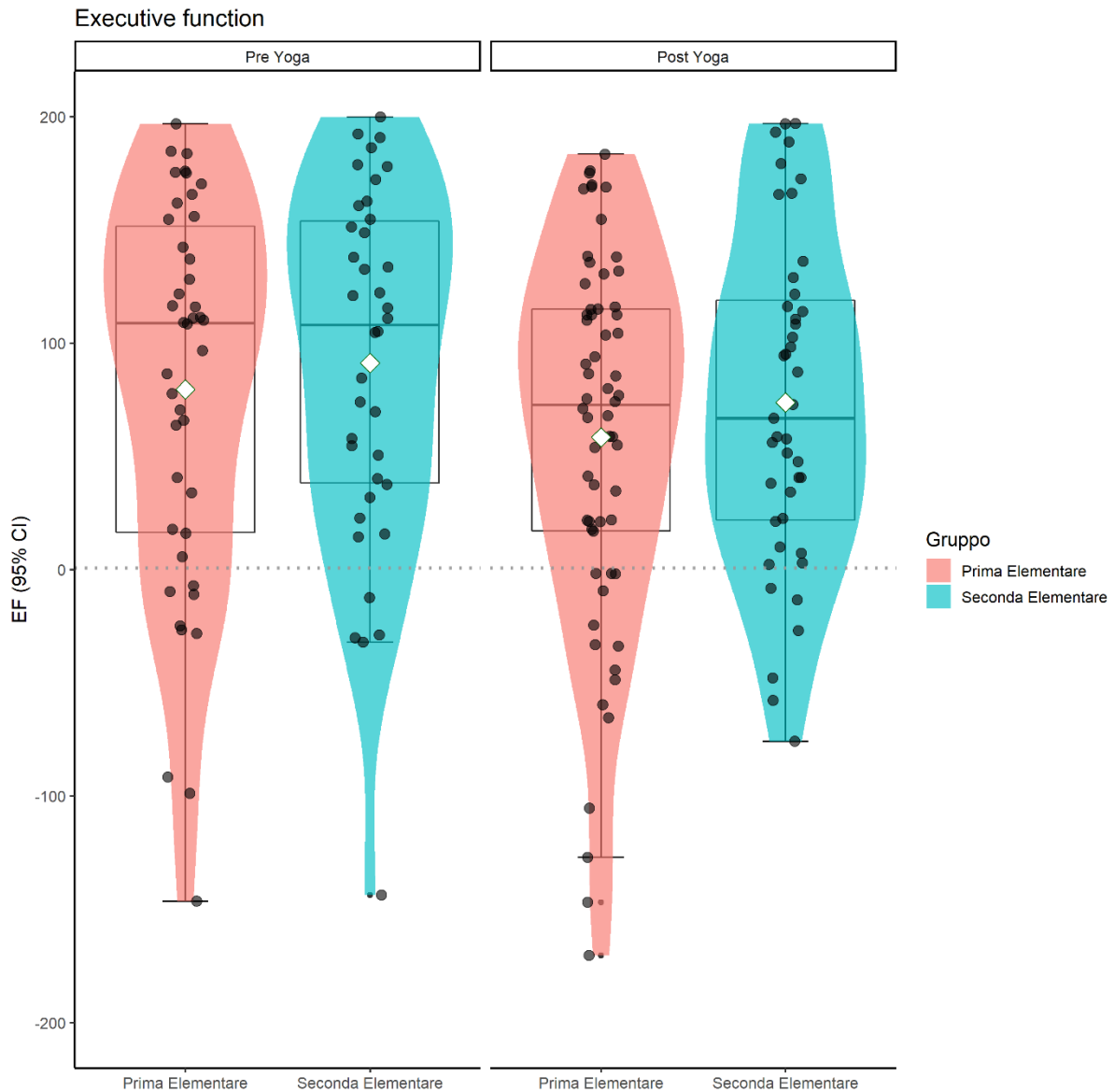


Figura 8 - Effetto Executive Function al tempo t_0 e al tempo t_1 nei due gruppi sperimentali

4.2.2 Alerting

Per quanto riguarda l'effetto del warning (no vs center) sui tempi di reazione (alerting), è emerso un effetto significativo della classe ($F(1, 139.03) = 15.92, p < .001$) ma nessun effetto principale del warning (Figura 9). Al contrario, a t_1 osserviamo un effetto significativo del warning type (no vs center) sui tempi di reazione ($F(1, 948.13) = 5.61, p = .02$) (Figura 10). Questo conferma la presenza dell'effetto alerting a t_1 e come si può osservare in Figura 11, come atteso l'indice alerting risulta positivo in entrambi i gruppi classe in entrambe le fasi di valutazione (sebbene l'effetto sia significativo solo alla seconda).

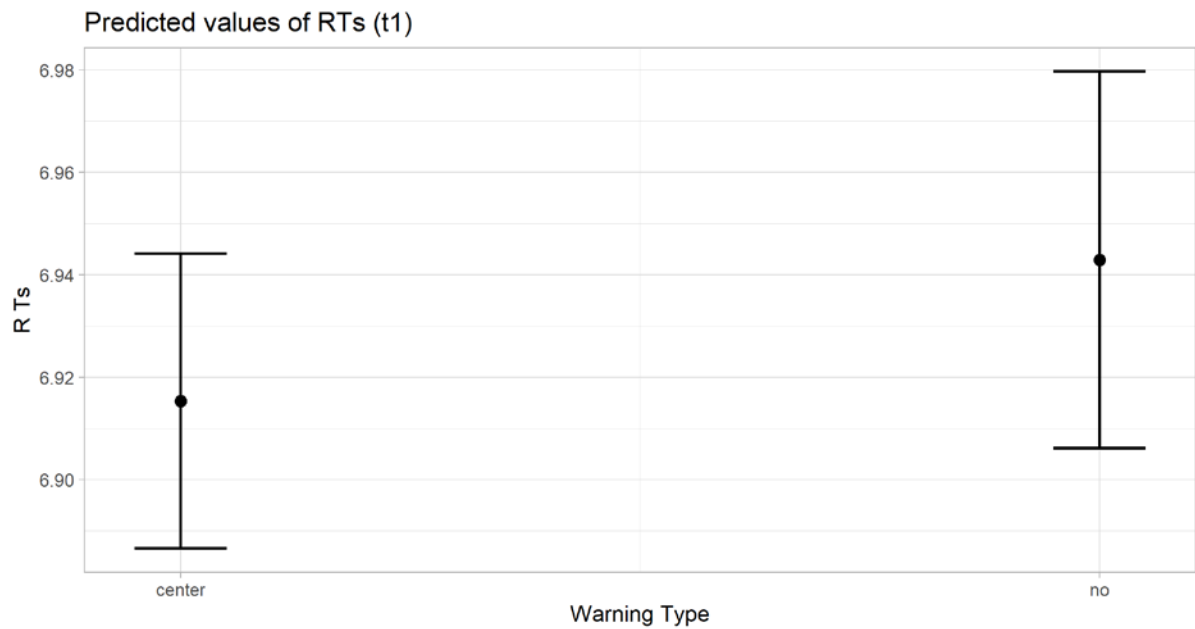


Fig. 9 - RTs al tempo t1 nelle due condizioni di Warning Type

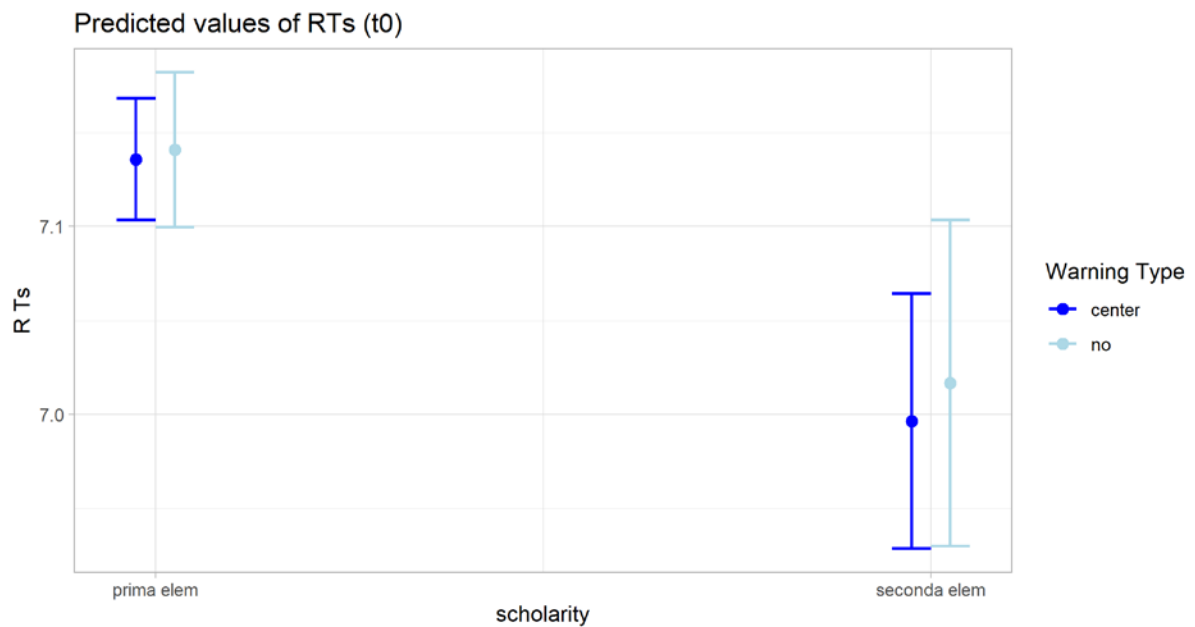


Fig. 10 - RTs al tempo t0 nei due gruppi sperimentali in riferimento alle condizioni di Warning Type

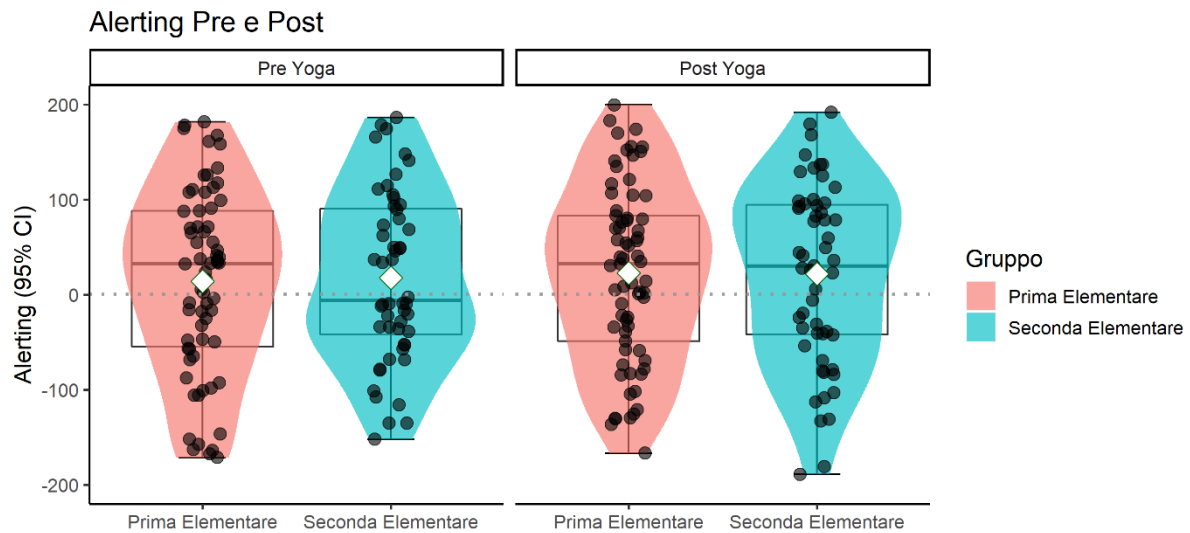


Fig. 11 - Indice Alerting pre Yoga e post Yoga nei due gruppi sperimentali

4.2.3 Orienting

Infine, l'analisi dell'effetto del warning type (center vs orienting) sui tempi di reazione a t0 mostra un effetto significativo solo della classe ($F_{(1, 143.09)} = 17.61, p < .001$) (Figura 12). Ciò si conferma anche a t1 ($F_{(1, 142.63)} = 13.2408, p < .001$) (Figura 13). Tuttavia, a livello qualitativo si osserva una tendenza ad essere più veloci nella condizione orienting rispetto alla condizione center; infatti, come si può osservare in Figura 14, l'indice orienting è risultato essere positivo in entrambi i gruppi classe, come atteso.

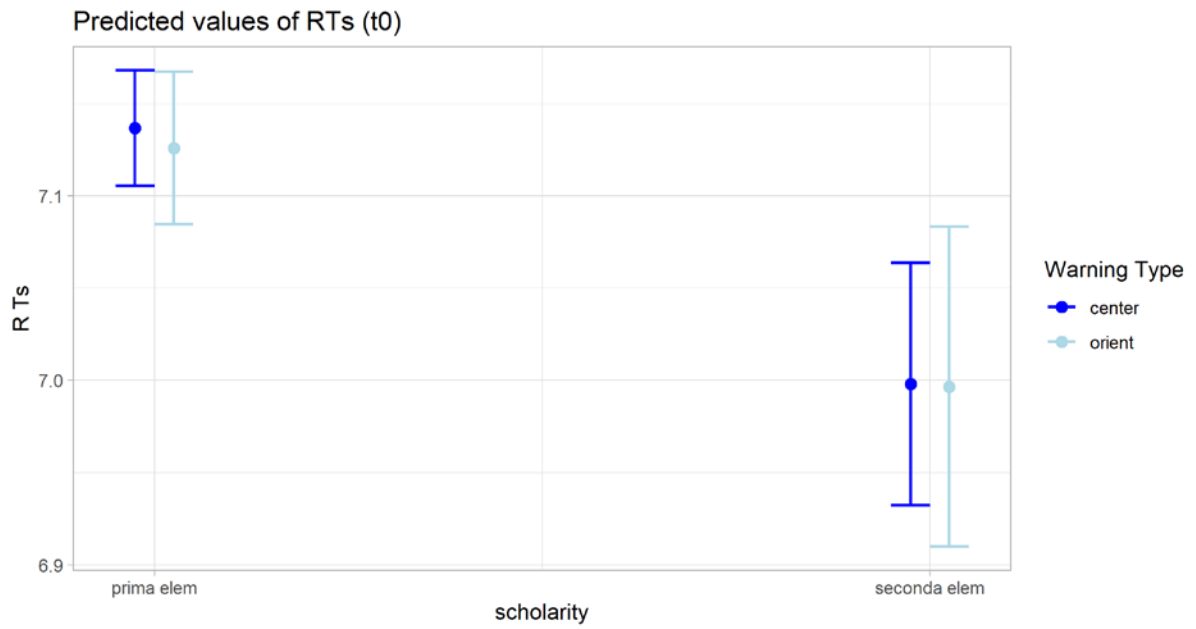


Fig. 12 - RTs al tempo t0 nei due gruppi sperimentali nelle due condizioni di Warning Type

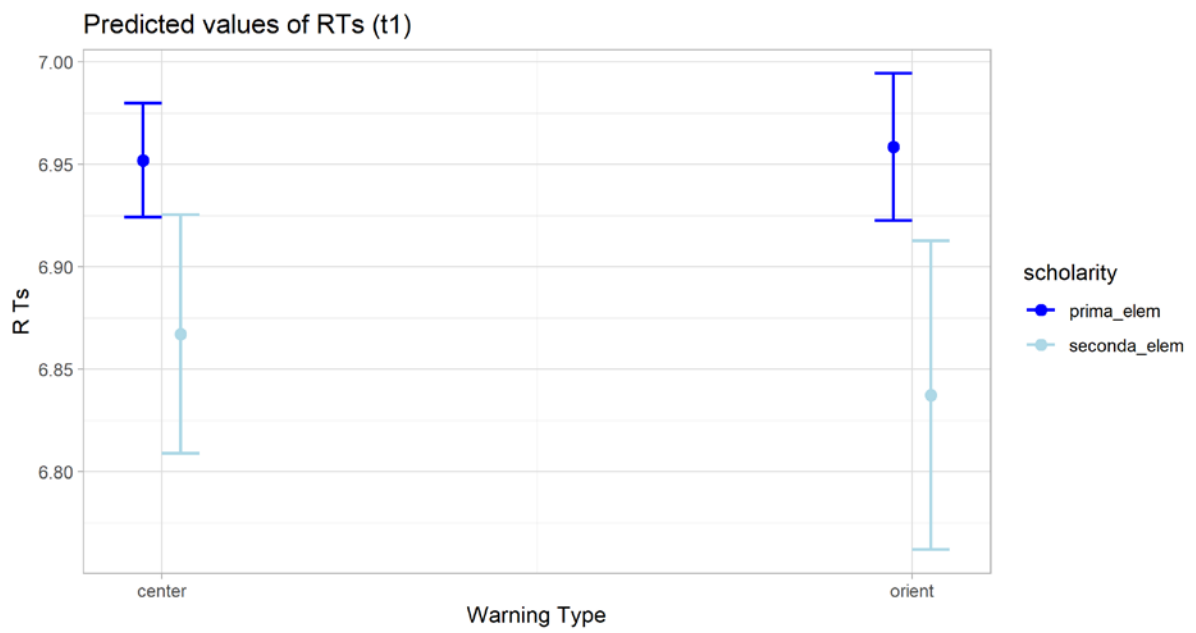


Fig. 13 - RTs al tempo t1 nei due gruppi sperimentali nelle due condizioni di Warning Type

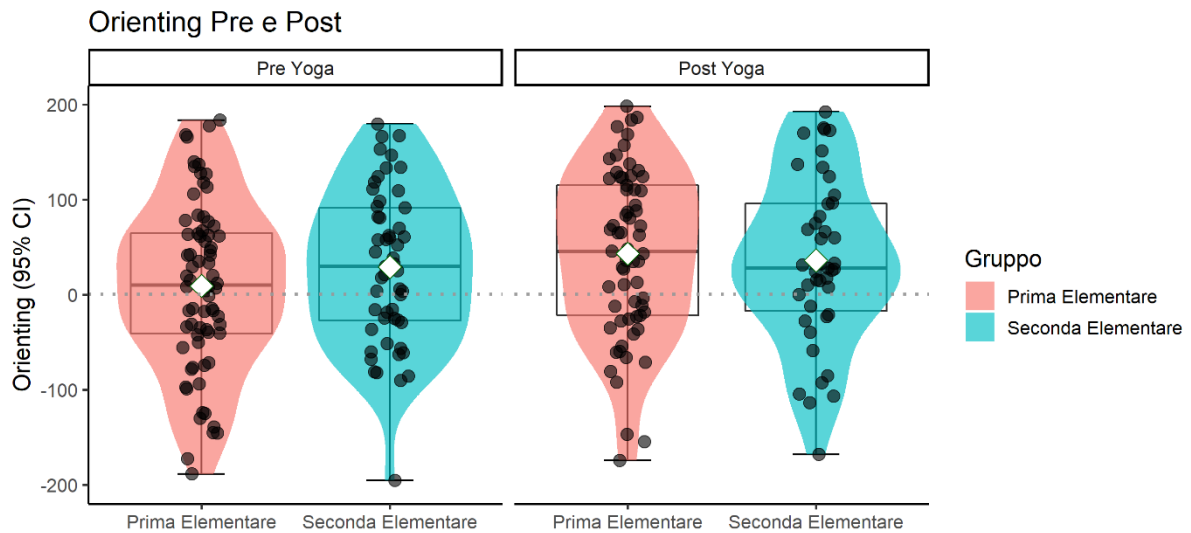


Fig. 14 - Indice Orienting pre Yoga e post Yoga nei due gruppi sperimentali

4.3 H2: effetto del blocco sul tipo di trial

In figura 15 sono riportati dati relativi ai trial congruenti e incongruenti in ciascun blocco (non predittivo vs predittivo). A livello qualitativo, l'ispezione grafica dei dati sembra supportare la manipolazione adattiva del compito, ovvero le differenze tra i trial congruenti e incongruenti (in termini di minori tempi di reazione nei congruenti rispetto agli incongruenti) sembrano essere maggiori nel blocco predittivo rispetto al blocco non predittivo.

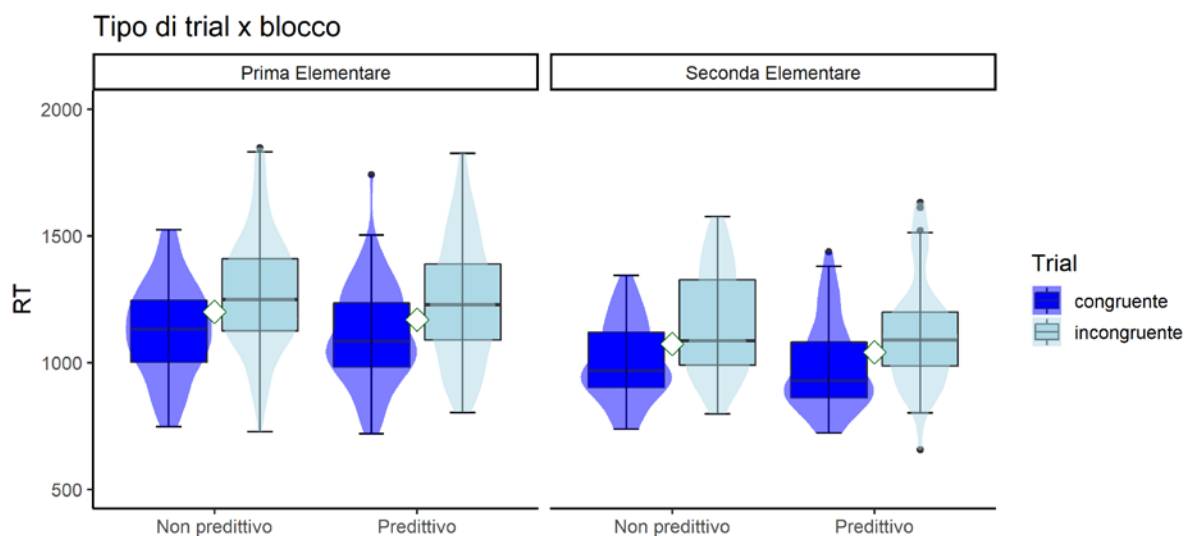


Fig. 15 - Effetto del blocco sul tipo di trial nei due gruppi sperimentali

4.4 H3b: Executive Function pre e post Yoga

Le analisi hanno messo in luce un effetto significativo del tempo sull'indice Executive Function ($F_{(1, 136)} = 18.1, p < .001$) (Figura 16). Infatti, come si può osservare in Figura 17 vi è stata una riduzione di tale indice da t0 a t1 che supporta la presente ipotesi.

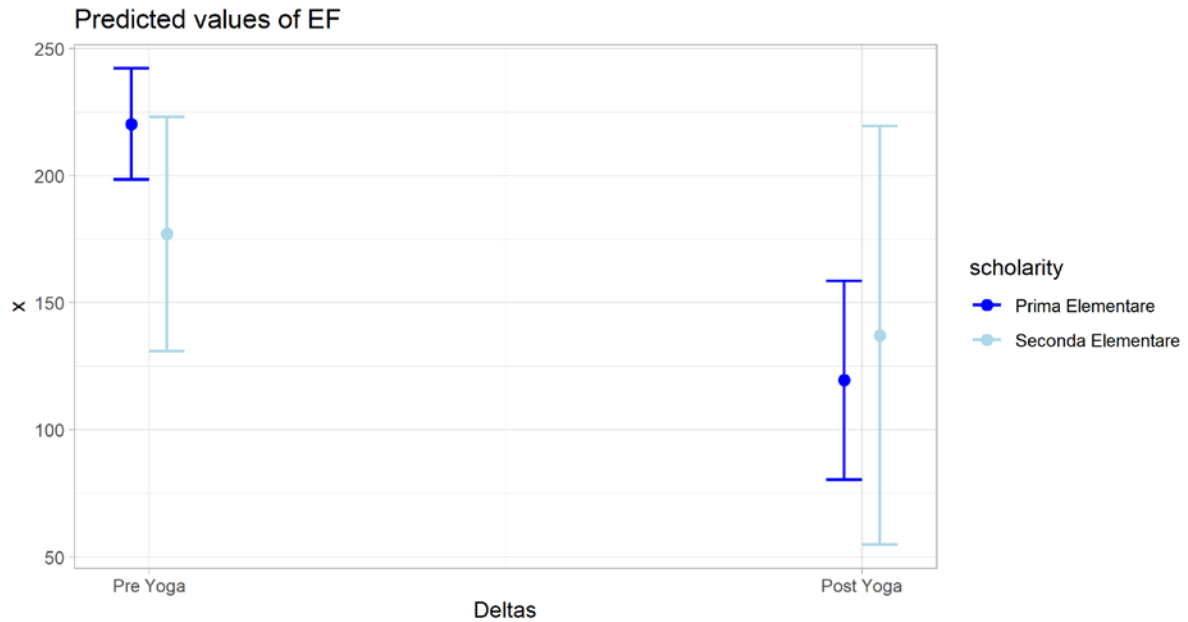


Fig. 16 - Effetto del tempo sull'indice Executive Function

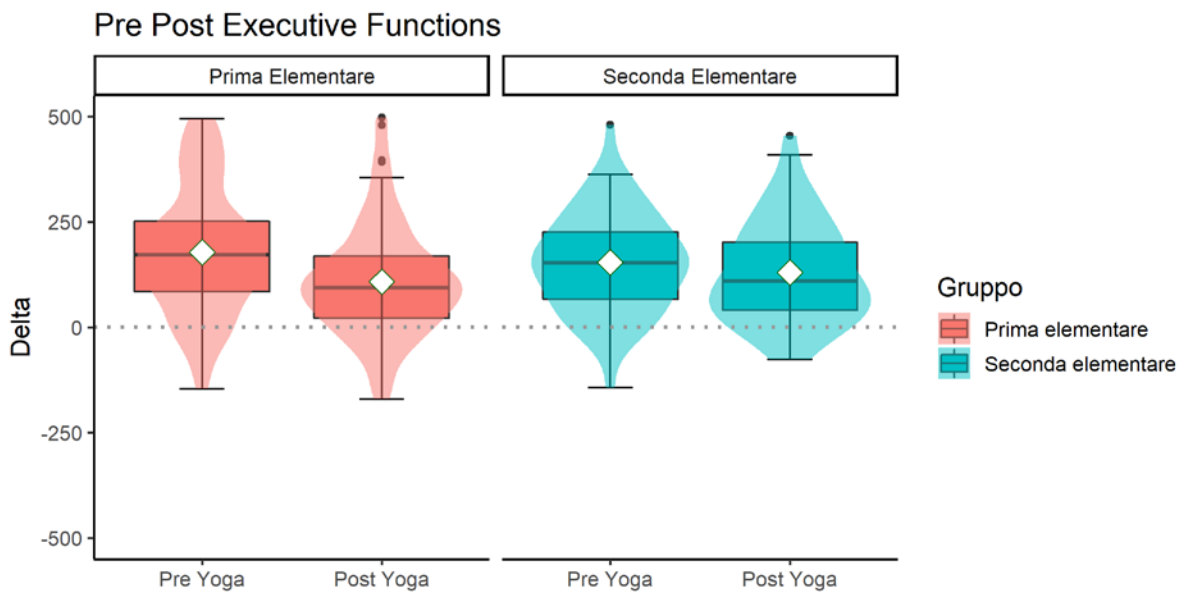


Fig. 17 - Indice Delta Executive Function pre Yoga e post Yoga nei due gruppi sperimentali

4.5 H3a: Delta Executive Function Adaptive pre e post Yoga

Le analisi hanno messo in luce un'interazione significativa tra tempo e la classe ($F_{(1, 272)} = 5.1$, $p = .02$) (Figura 18). Le analisi sui confronti appaiati tra le classi ha messo in luce una differenza significativa tra le classi solo a t1 ($t_{(272)} = -1.98$, $p = .05$). Complessivamente, osserviamo valori medi del Delta Executive Function Adaptive che migliorano (diventano negativi) nella prima elementare e viceversa peggiorano (diventano positivi) in seconda elementare (Figura 19).

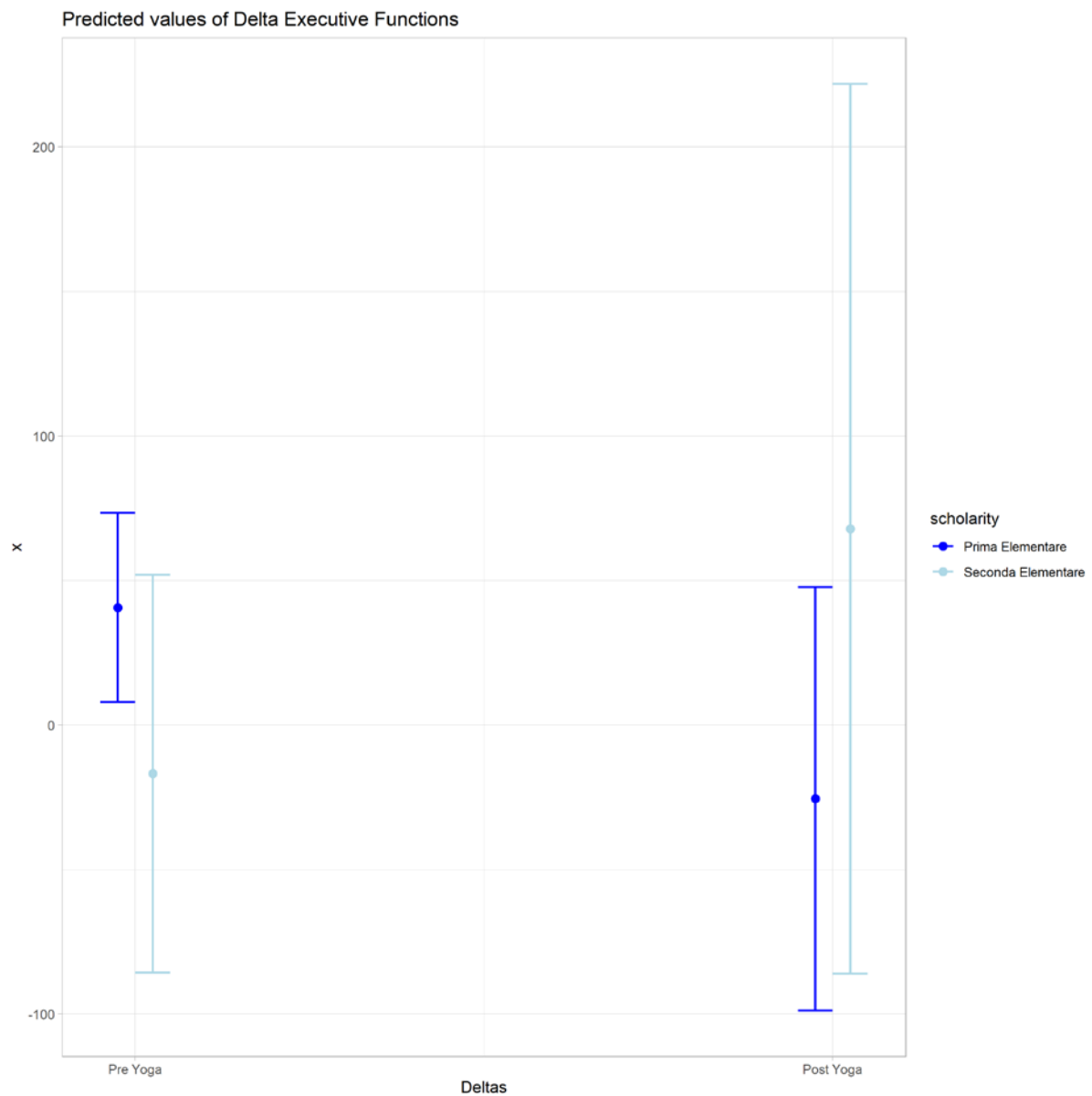


Fig. 18 - Indice Delta Executive Function Adaptive pre Yoga e post Yoga nei due gruppi sperimentali

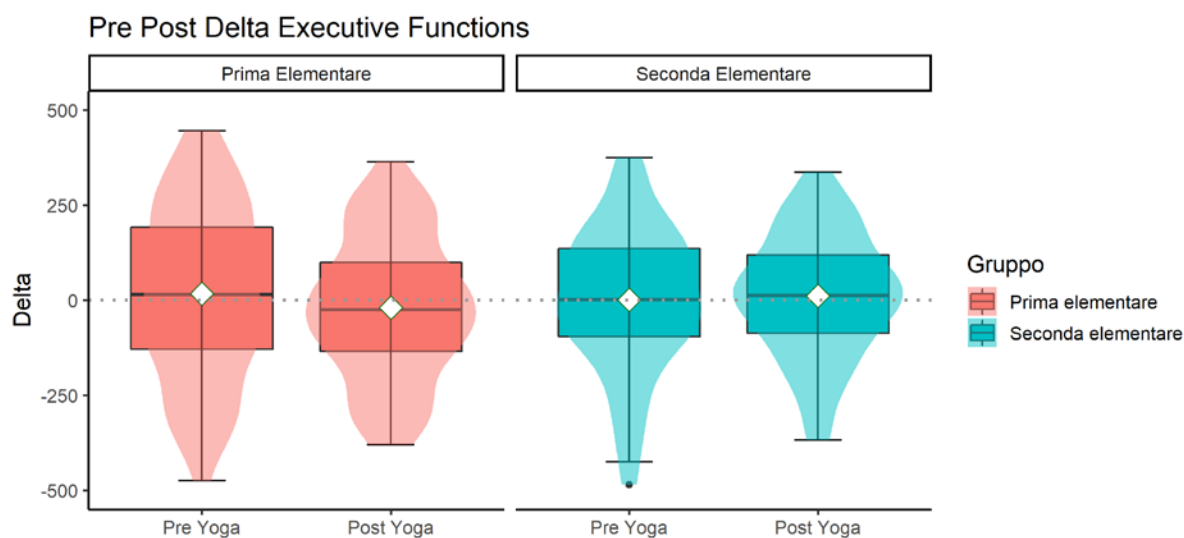


Fig. 19 - *Indice Delta Executive Function pre Yoga e post Yoga nei due gruppi sperimentali*

4.6 Questionari

Durante la prima fase di valutazione sono stati compilati 122 questionari, mentre durante la seconda fase di valutazione ne sono stati compilati 83. Di questi ultimi sono stati considerati solo i questionari compilati in entrambe le fasi, per un totale di 70 questionari (11 della classe Materna, 37 Prima Elementare e 22 Seconda Elementare). I punteggi grezzi ai questionari sono riportati in Appendice.

4.6.1 H4a

Conners Rating Scales Parent Version

Dall'analisi statistica mediante paired t-test, sono emerse differenze significative tra la prima e seconda fase di valutazione alla sottoscala "Ansia" nella classe Prima Elementare in cui emerge un aumento dei punteggi per i maschi, in opposizione a quanto atteso ($t(11) = -2.4635$, $p = 0.03148$), e una diminuzione dei punteggi per le femmine ($t(24) = 2.6388$, $p = 0.01438$) in linea con quanto atteso (Figura 20).

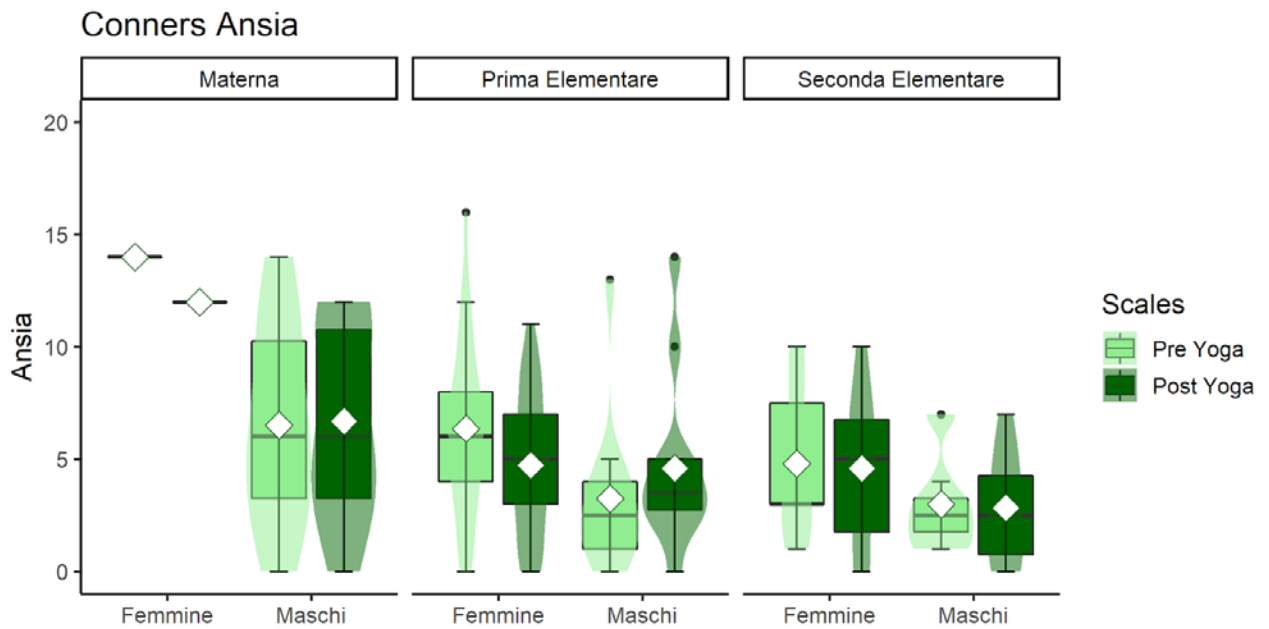


Fig. 20 - Grafico che mostra i risultati alla sottoscala Ansia del questionario CRS-R per la Prima Elementare

Parenting Stress Index

Dall'analisi statistica mediante paired t-test sono emersi cambiamenti tra le due fasi di valutazione in direzione opposta a quanto atteso con un aumento significativo dei punteggi nella sottoscala *Distress Parentale* compilata dai genitori delle alunne di Prima Elementare ($t(24) = -2.0706, p = 0.04932$) (Figura 21).

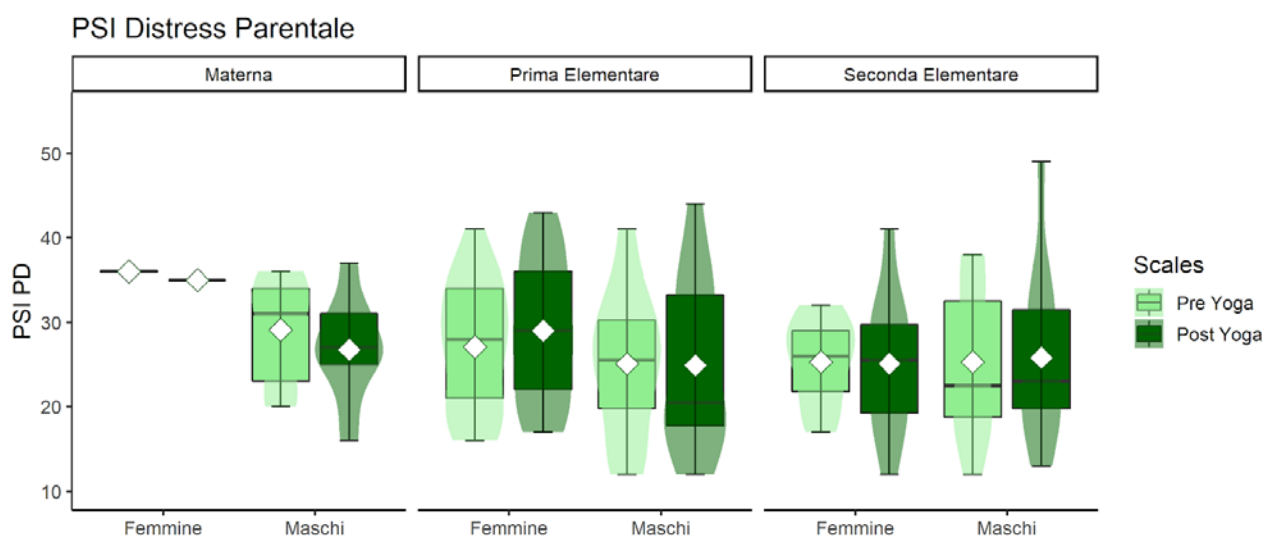


Fig. 21 - Grafico che mostra i risultati alla sottoscala Distress Parentale del questionario PSI compilato dai genitori delle bambine di Prima Elementare

Anche se non statisticamente significativi, si riportano in Figura 22 i punteggi alla scala *Stress Totale*; a livello qualitativo, emerge una riduzione del livello di stress percepito dai genitori delle classi Materna e Prima Elementare e un aumento dello stesso da parte dei genitori della classe Seconda Elementare.

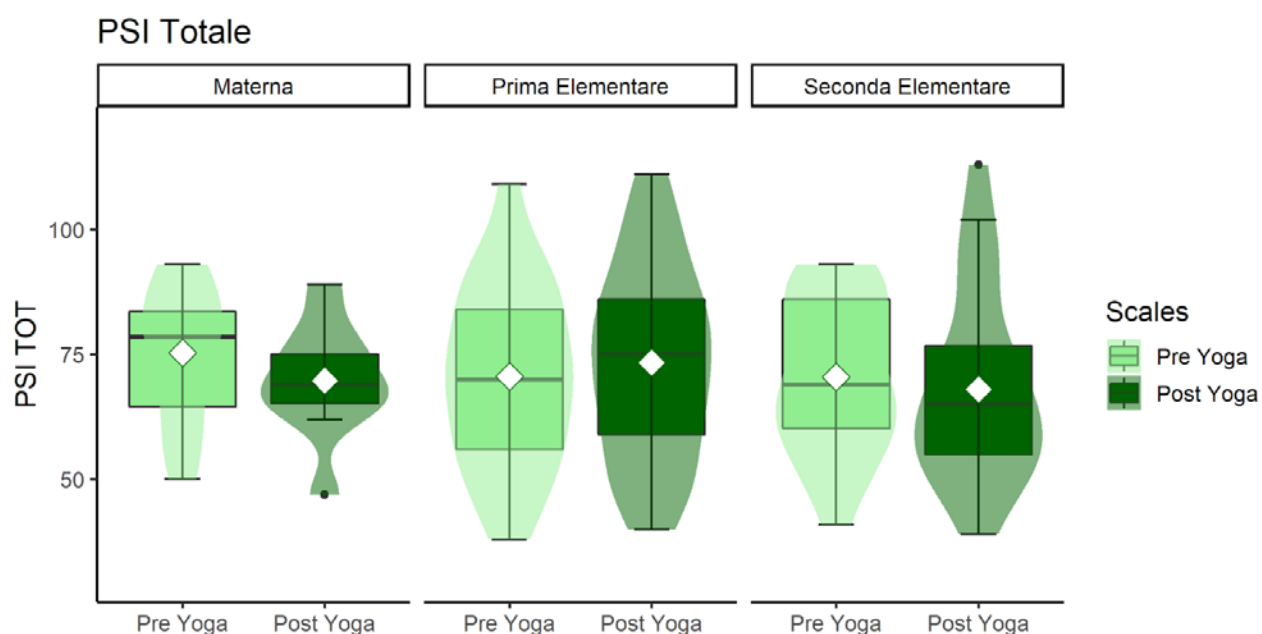


Fig. 22 - Grafico che mostra i risultati alla scala *Stress Totale* del questionario *PSI* per ciascuna classe

4.6.2 H4b

Conners Rating Scales Teacher Version

Dall'analisi statistica mediante paired t-test sono emersi cambiamenti in direzione opposta a quanto atteso tra le due fasi di valutazione, con un aumento significativo dei punteggi alle sottoscale *Disattenzione* ($t(4) = -5.5726$, $p = 0.005082$) (Figura 23) e *Perfezionismo* ($t(4) = -3.087$, $p = 0.03668$) (Figura 24) della classe Prima Elementare.

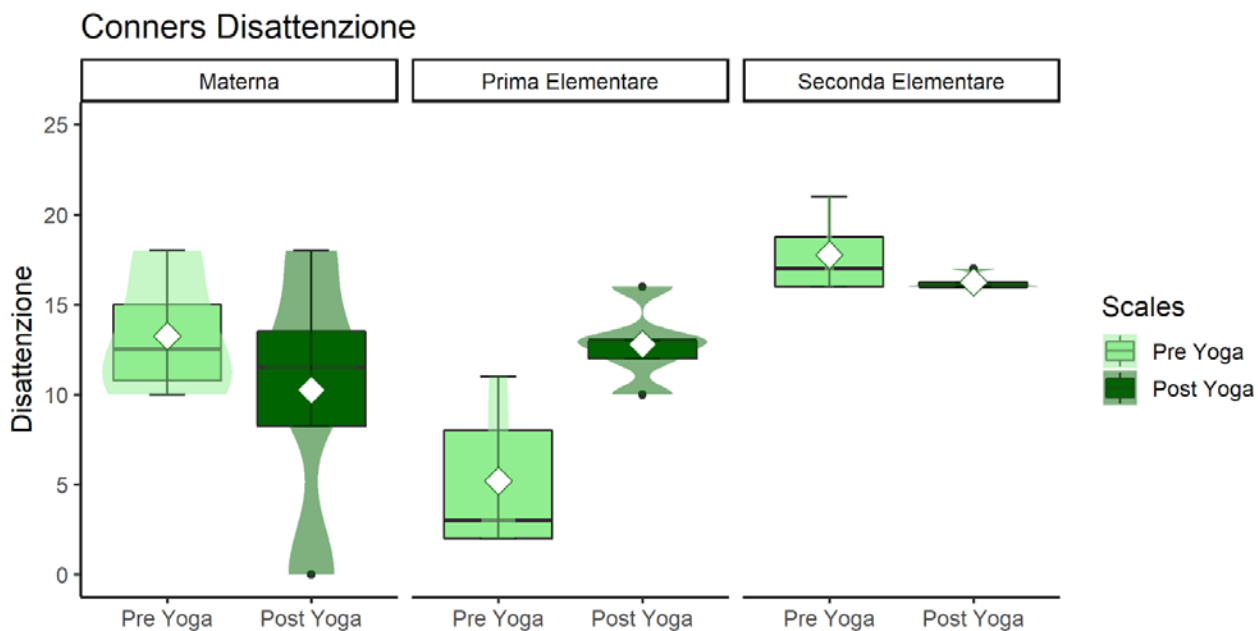


Fig. 23 - Grafico che mostra i risultati alla sottoscala Disattenzione del questionario CRS-R versione per insegnanti per la Prima Elementare

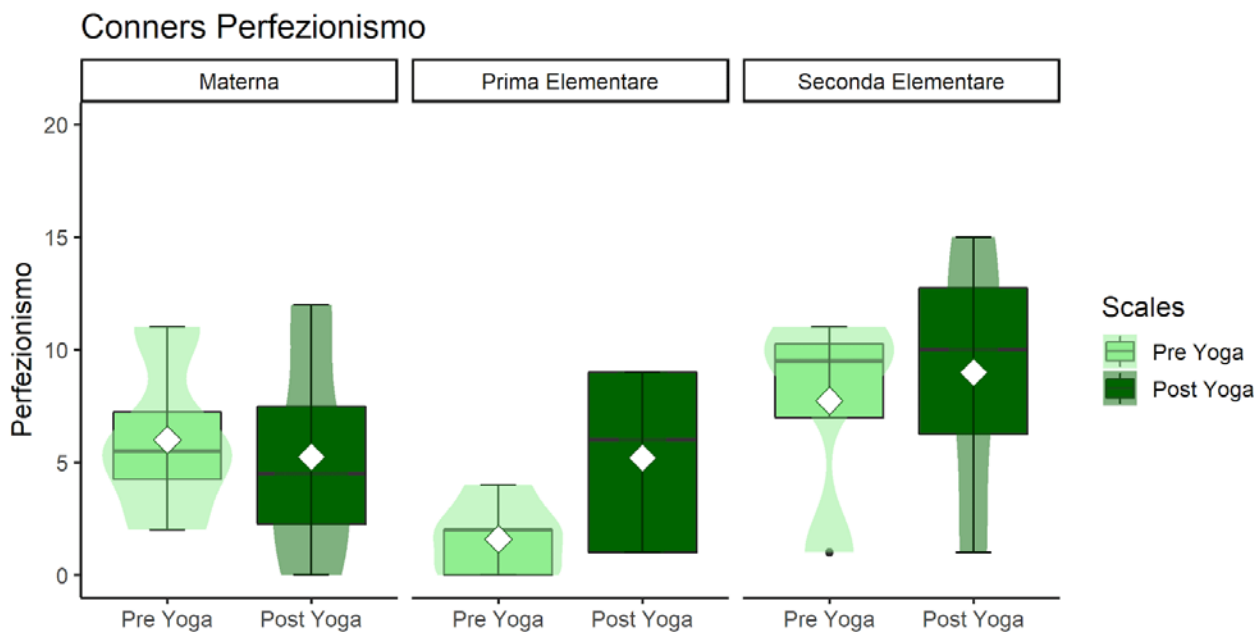


Fig. 24 - Grafico che mostra i risultati alla sottoscala Perfezionismo del questionario CRS-R versione per insegnanti per la Prima Elementare

Stress percepito

Rispetto ai livelli di stress percepiti dagli insegnanti, a livello qualitativo si osserva una lieve riduzione dei punteggi per le classi Materna e Prima Elementare mentre emerge un leggero

aumento del livello di stress per la classe Seconda Elementare (Figura 25; per dati grezzi vedi *Appendice - Tabella 5*).

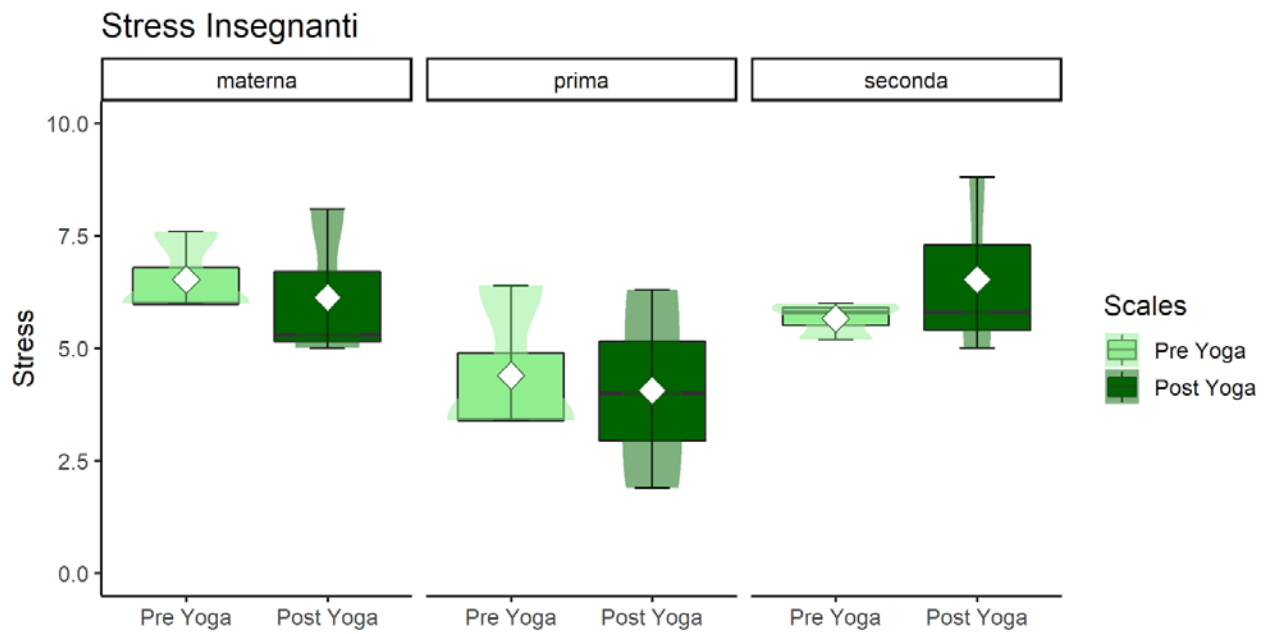


Fig. 25 – Livello di stress percepito dagli insegnanti

CAPITOLO 5 – DISCUSSIONE

La presente ricerca aveva come obiettivo quello di studiare come un intervento a scuola di Yoga associato a *Mindfulness* potesse favorire o meno il controllo cognitivo adattivo in un campione di bambini a sviluppo tipico. Quest'ultimo è inteso come la capacità dell'individuo di estrarre le regolarità statistiche dall'ambiente, al fine di generare un modello predittivo interno sulla base del quale allocare le proprie risorse cognitive in maniera adattiva (Braem & Egner, 2018). La letteratura suggerisce infatti che questo tipo di pratica favorisce l'implementazione di controllo cognitivo nei bambini (Razza et al., 2015) ma non è stato ancora indagato il suo effetto sul controllo cognitivo adattivo.

E' noto che lo sviluppo del controllo cognitivo possa essere influenzato almeno in parte dall'ambiente e ciò implica la presenza di finestre temporali sensibili in cui intervenire per supportare eventuali fragilità o semplicemente migliorarne l'efficacia (Karmiloff-Smith et al., 2014). La pratica di Yoga e *Mindfulness* modula le potenziali influenze negative di ansia, stress, eccitazione ed iperattivazione sull'individuo aiutandolo a mantenere la concentrazione sulle proprie sensazioni corporee (Razza et al., 2015). Un esercizio comune consiste nel dirigere l'attenzione su un'esperienza o una sensazione presente, come il movimento della pancia durante l'inspirazione e l'espiazione. Molto spesso l'attenzione vaga periodicamente dal suo oggetto e un riconoscimento cosciente di questa perdita di attenzione permette di rifocalizzare la consapevolezza e di riportarne il focus sull'esperienza scelta, in questo modo viene allenata la capacità di focalizzazione dell'attenzione ed ad utilizzare l'energia in modo positivo (Flook et al., 2010). L'attività Yoga associato a *Mindfulness* potrebbe dunque favorire il controllo cognitivo adattivo grazie all'aumentate capacità attentive e di focalizzazione sull'ambiente che ne derivano (Stueck & Gloeckner, 2003).

La presente ricerca-intervento è stata struttura in tre fasi: valutazione iniziale (t0), percorso di Yoga associato a *Mindfulness* (8 incontri a cadenza settimanale) e valutazione finale (t1).

La valutazione sperimentale è stata effettuata attraverso la batteria testistica PACC (Mento et al., in prep.), composta da quattro task: il compito Dynamic Temporal Prediction Task (DTP); una versione modificata del compito Attention Network Task (ANT); una versione modificata del compito Task Switching (TS); infine, una versione modificata del compito Balloon Analogue Risk Task (BART).

In questo elaborato sono stati presentati i dati relativi al compito ANT su un campione di bambini delle classi prime (N = 81) e seconde (N = 63) della scuola primaria di primo grado. L'ANT è un task computerizzato che consente di valutare tre aspetti dell'attenzione ovvero l'allerta (attivazione cognitiva in presenza di stimoli salienti), l'orientamento (orientamento spaziale verso stimoli esterni salienti) ed il controllo esecutivo (capacità di rilevare e risolvere conflitti cognitivi) (Rueda et al., 2004).

Trattandosi di un nuovo adattamento della versione classica, si è proceduto in primo luogo a verificarne l'adeguatezza in termini di difficoltà e sensibilità nel rilevare gli effetti attesi. Complessivamente, l'accuratezza è risultata adeguata in entrambe le fasi di valutazione (>70%), con un ulteriore aumento nella fase t1; allo stesso modo, i tempi di reazioni sono risultati adeguati in entrambe le fasi di valutazione con una diminuzione degli stessi tra il t0 e il t1. Questo miglioramento in entrambi gli indici tra le due fasi di valutazione può essere dovuto ad aspetti maturazionali, seppur questa ipotesi risulta poco probabile considerando però i tempi brevi trascorsi tra il t0 e il t1. In alternativa, essa appare essere riconducibile a una maggiore familiarità con il compito sperimentale (effetto pratica). Complessivamente, dunque, il compito è risultato adeguato alle competenze dei partecipanti.

In linea con la letteratura (Rueda et al., 2004) il compito doveva rilevare tre effetti principali ovvero alerting, orienting ed executive function. I primi due indici riflettono rispettivamente l'attivazione calcolata in RTs innescata dalla presenza o meno del cue prima della presentazione dello stimolo e la condizione di orientamento spaziale misurata sempre in RTs

nella condizione sperimentale in cui il cue compare nella posizione esatta dove poi verrà presentato lo stimolo oppure al centro dello schermo senza fornire ulteriori indicazioni spaziali. L'alerting viene calcolato attraverso la differenza tra i RTs nella condizione *no cue* e i RTs nella condizione *center* dove è presente il cue. Da questa sottrazione ci aspettavamo un valore positivo poiché i RTs dovrebbero essere più alti nella prima condizione in quanto l'assenza di un cue attivante non permette una preparazione alla risposta e di conseguenza RTs più lenti. L'orienting viene calcolato attraverso la differenza tra i RTs nella condizione *center* e la media dei valori di RTs tra la condizione *up* e la condizione *down*. Anche in questo caso ci aspettavamo un valore positivo poiché un'indicazione più specifica nella condizione *up* o *down* attiva maggiormente l'individuo fornendogli una preparazione maggiore alla risposta.

Il terzo indice indaga i RTs in relazione al tipo di trial (incongruenti e congruenti). Viene calcolato sottraendo al valore dei RTs nei trial incongruenti il valore dei RTs nei trial congruenti. Il valore atteso è positivo, in quanto ci si aspettava tempi di reazione maggiori ai trial incongruenti dal momento che questi richiedono un maggior carico cognitivo legato al dover gestire l'interferenza indotta.

A livello qualitativo tutti e tre gli indici al tempo t0 hanno mostrato un'attivazione in linea con il trend atteso, confermando che:

- nel caso dell'alerting i bambini erano più bravi nella condizione di comparsa del cue al centro rispetto alla condizione in cui il cue non era presente;
- nel caso dell'orienting i bambini erano più veloci nelle condizioni in cui lo stimolo compariva nella posizione esatta del cue (sopra o sotto il punto di fissazione) rispetto a quando il cue si limitava a comparire al centro dello schermo senza dare ulteriori indicazioni sulla posizione futura del target;

- nel caso dell'executive function in tutti e tre i gruppi è risultato un valore positivo a significare che i bambini fossero più abili nell' eseguire il compito in presenza di blocchi congruenti rispetto ai blocchi incongruenti.

Gli effetti osservati nella prima fase di valutazione sono stati confermati anche al tempo t1 a livello qualitativo a dimostrazione del fatto che il compito funzionasse, inoltre in tutti e tre i casi si è registrato un miglioramento rispetto alla fase t0. In conclusione, il compito si è rivelato adatto e sensibile nel rilevare gli effetti attesi in linea con le ipotesi sperimentali.

Effetti significativi sono stati registrati solo nell'indice Executive Function in entrambe le fasi di valutazione e nell'indice Alerting nella seconda fase di valutazione. L'indice orienting non ha riportato dati significativi probabilmente a causa della complessità del compito (presenza di cue validi e invalidi, presenza di manipolazione *list-wide*) che potrebbe aver ridotto la salienza del cue.

Data la poca consistenza degli effetti alerting e orienting le successive analisi si sono focalizzate sull'executive function.

Per rilevare gli aspetti del controllo cognitivo adattivo e come questo sia influenzato dalle caratteristiche di predicibilità del contesto nella risoluzione di conflitto cognitivo, il task è stato modificato *list-wide*, cioè manipolando la proporzione di trial congruenti (assenza di conflitto cognitivo) e trial incongruenti (presenza di conflitto cognitivo). Utilizzando una simile manipolazione, Gonthier e Blaye (2021) in uno studio recente hanno verificato la capacità dei bambini in età prescolare di gestire in modo flessibile le richieste di controllo basandosi sull'apprendimento implicito, adattando cioè le proprie strategie cognitive alle regolarità statistiche dello stimolo. Attraverso un'osservazione grafica è emerso che la differenza nei RTs tra i trial congruenti e i trial incongruenti è maggiore nel blocco predittivo rispetto al blocco non predittivo. Questi dati suggeriscono l'efficacia della manipolazione adattiva adottata sul compito.

Questo risultato può essere spiegato dall'effetto di congruenza della proporzione a livello di blocco (Braem et al., 2019) che permette di misurare gli adattamenti globali del controllo cognitivo alla probabilità che in quel determinato blocco di prove vi siano più o meno conflitti. Secondo questo principio il blocco predittivo genera un'aspettativa maggiore e, di conseguenza, una maggior preparazione alla comparsa di trial congruenti rispetto a trial incongruenti.

Una volta verificata l'adeguatezza e sensibilità del compito, sono stati indagati gli effetti dell'intervento Yoga sul controllo cognitivo e, in secondo luogo, sul controllo cognitivo adattivo. A tal fine, sono stati confrontati gli indici Executive Function e Delta Executive Function Adaptive prima e dopo l'intervento. Il Delta Executive Function è la differenza tra l'effetto executive function nel blocco non predittivo e l'effetto executive function nel blocco predittivo che in linea con la letteratura (Gonthier & Blaye, 2021) dovrebbe dare come risultato un valore negativo e un'ulteriore diminuzione in seguito all'intervento Yoga.

Le analisi dei dati hanno evidenziato un effetto significativo del tempo sull'indice Executive Function. In particolare, in entrambi i gruppi classe i valori dell'Executive Function al tempo t_1 sono diminuiti rispetto ai valori al tempo t_0 . Questo rifletterebbe una minore differenza dei valori di RTs tra i trial incongruenti e i trial congruenti e, di conseguenza, un miglioramento nelle prestazioni ai trial incongruenti a sostegno di un migliorato controllo cognitivo dell'interferenza. È verosimile pertanto che i bambini abbiano tratto beneficio dell'intervento Yoga, in particolare sull'attenzione selettiva che permette di mantenere il focus sullo stimolo filtrando le interferenze circostanti.

I risultati riguardanti il Delta Executive Function non hanno rivelato tuttavia un cambiamento significativo tra il tempo t_0 e il tempo t_1 ma a livello qualitativo è stato registrato un miglioramento nella classe prima elementare (con un valore negativo al tempo t_1) ma un

peggioramento nella seconda elementare (con un valore positivo al tempo t1) riflettendo una differenza significativa tra le classi.

Per valutare anche in modo indiretto l'efficacia dell'intervento Yoga sul piano emotivo e comportamentale sono stati somministrati alcuni questionari ai genitori (CRS-R versione genitori; PSI) e agli insegnanti (CRS-R versione insegnanti; domanda sullo stress percepito).

I genitori attraverso la scheda anamnestica riportavano informazioni generali sul nucleo familiare e sullo sviluppo psico-motorio e sociale del figlio. Le scale Conners indagavano il comportamento del bambino nei diversi contesti di vita quotidiana (versione genitori) e nel contesto scolastico (versione insegnanti). Il questionario Parenting Stress Index (Abidin, 2012) misurava il grado di stress percepito dal genitore nelle cure verso il figlio mentre lo stress percepito dagli insegnanti veniva valutato attraverso una domanda dove dovevano indicare su una scala da 0 a 10 il livello di stress percepito nel ruolo di insegnante in riferimento all'intera classe.

Attraverso un'indagine quantitativa dei dati grezzi ottenuti nelle scale Conners è emerso come dato significativo nella classe prima elementare nella sottoscala "Ansia" una diminuzione dei punteggi per le femmine in contrasto con un aumento dei punteggi per i maschi in opposizione a quanto atteso. Dall'analisi qualitativa invece, sono emersi profili nella media in tutte le sottoscale ed in tutte e tre le fasce scolari considerate. Nello specifico, la classe materna ha visto una riduzione dei punteggi in tutte le sottoscale per i maschi e per le femmine, ad eccezione della sottoscala *Iperattività* (Vedi Appendice, Tabella 2a). In Prima Elementare, le femmine hanno riportato una lieve riduzione dei punteggi in più sottoscale rispetto ai maschi (*Oppositività* e *Perfezionismo*). Complessivamente, alcune sottoscale (*Ansia/Timidezza* e *Problemi psicosomatici*) hanno evidenziato un miglioramento in t1 sia per i maschi che per le femmine, mentre altre non hanno registrato miglioramenti (*Problemi sociali*, *Disattenzione* e *Iperattività*) (Vedi Appendice, Tabella 2b). Per la Seconda

Elementare, emerge complessivamente una lieve riduzione dei punteggi delle femmine in quasi tutte le sottoscale (a eccezione dell'*Iperattività*) mentre i maschi hanno riportato una riduzione dei punteggi nelle sottoscale di *Iperattività*, *Ansia/Timidezza* e *Problemi psicosomatici*, e un aumento nelle sottoscale di *Oppositività*, *Disattenzione*, *Perfezionismo* e *Problemi sociali* (Vedi Appendice, Tabella 2c).

I risultati ottenuti nella classe materna potrebbero riflettere un buon funzionamento dell'intervento Yoga, tenendo a mente che la ridotta numerosità campionaria non permette di trarre conclusioni estendibili.

I risultati ottenuti nelle classi prima e seconda elementare suggeriscono che le bambine potrebbero aver giovato maggiormente dell'intervento Yoga proposto, in linea con la letteratura (Kang et al., 2018).

Nel caso del questionario PSI, dall'analisi quantitativa è emerso un aumento significativo nelle sottoscale *Disattenzione* e *Perfezionismo*, in direzione opposta a quanto atteso mentre tramite analisi qualitativa sono emersi complessivamente profili nella media in tutte le sottoscale in tutte e tre le fasce scolari considerate a indicare che complessivamente il livello di stress genitoriale risulta adeguato. L'analisi qualitativa dei dati grezzi delle scale PSI ha sottolineato una riduzione dei punteggi in tutte le sottoscale in particolare nella scala *Stress Totale* nella classe materna (Vedi Appendice, Tabella 3a); una riduzione dei punteggi in tutte le sottoscale, a eccezione del *Distress Genitoriale* nella classe seconda elementare (Vedi Appendice, Tabella 3c) in contrasto con la Prima elementare dove si è registrato un lieve aumento dei punteggi in tutte le sottoscale (Vedi Appendice, Tabella 3b).

Per quanto riguarda gli insegnanti, sempre attraverso un'analisi qualitativa dei dati grezzi ottenuti alle scale CRS-R versione insegnante, è emersa una complessiva riduzione dei punteggi in tutte le sottoscale, tranne in *Problemi Sociali* (Vedi Appendice, tabella 4a) a differenza delle classi elementari dove è stato registrato un aumento in tutte le sottoscale ad

eccezione della sottoscala *Problemi cognitivi* in seconda elementare (Vedi Appendice, tabella 4b e tabella 4c).

Rispetto ai livelli di stress percepiti dagli insegnanti è stata osservata una lieve riduzione dei punteggi per le classi Materna e Prima Elementare e un lieve aumento per la classe Seconda Elementare. In questo caso dobbiamo considerare che, soprattutto le classi elementari, sono classi numerosi e le fonti di stress non solo legate al singolo bambino come alunno ma a dinamiche di classe dipendenti da una serie di variabili scarsamente controllabili. Complessivamente, i risultati ai questionari suggeriscono un generale beneficio a carico delle componenti comportamentali ed emotive sia sui bambini sia sul sistema scuola-famiglia, con alcune eccezioni.

I risultati opposti alla nostra ipotesi sperimentale di partenza ottenuti potrebbero essere spiegati da un problema metodologico legato alla ridotta numerosità delle lezioni di Yoga che in alcuni soggetti, in base alle variabili individuali intercorse tra la fine dell'attività Yoga e la seconda fase di valutazione, può non avere innescato ciò che ci aspettavamo sul piano comportamentale ed emotivo. Questo potrebbe aver avuto un impatto maggiore sulle classi prime elementare, inseriti da poco in un nuovo contesto scolastico dove devono abituarsi a nuove regole, nuovi insegnanti e nuovi compagni.

È importante a tal proposito sottolineare alcuni limiti metodologici dell'intervento yoga associato a *mindfulness* proposto tra cui gli ambienti adibiti alla pratica all'attività palestre un po' dispersive. Questi luoghi, associati al movimento libero e dinamico, hanno talvolta interferito la capacità dei bambini di rimanere concentrati e questo è risultato tanto più vero all'aumentare della numerosità della classe. Quindi in futuro è importante impostare l'intervento in modo da predisporre un ambiente più idoneo agli obiettivi dello yoga e durata maggiore. Questi aspetti, segnalati anche dalle insegnanti nel questionario di gradimento finale, erano già stati considerati come potenziali limitazioni durante la fase di progettazione

dell'intervento, ma sono risultati essere vincolati e subordinati alle esigenze organizzative del plesso scolastiche.

Un altro importante limite metodologico da considerare è l'inevitabile modifica che il protocollo ha subito a causa delle restrizioni dovute al Covid-19, che hanno portato a posticipare la seconda fase di valutazione, riducendo di fatto le conclusioni che si possono trarre circa gli effetti dello Yoga. Infatti, come sopra anticipato, tra la fine dello yoga e la seconda fase di valutazione possono essere intervenuti altri fattori individuali o familiare che potrebbero aver influenzato i risultati ottenuti. Infine, l'attuale assenza di un campione di controllo, che al momento è in fase di raccolta, non ha permesso di verificare se i risultati ottenuti siano dipesi dall'attività di Yoga o da eventuali fattori esterni.

Attraverso questionari di gradimento e commenti liberi, nonostante alcune difficoltà riscontrate, possiamo dire che il progetto "Yoghiamo a scuola" è stato accolto con successo dai genitori e dai bambini, vissuto come un'esperienza positiva e molto gradita (Vedi appendice, Tabella 6). Per quanto riguarda gli insegnanti, i punteggi relativi al gradimento del progetto risultano caratterizzati da una maggiore dispersione, con punteggi leggermente inferiori (Vedi Appendice, Tabella 7). È importante sottolineare che tali punteggi non riflettono uno scarso gradimento del progetto in sé ma piuttosto degli aspetti organizzativi, relativi alle tempistiche e agli spazi dedicati.

In conclusione, i risultati presentati suggeriscono che tale pratica può favorire un migliore controllo cognitivo dell'interferenza, in linea con la letteratura che sostiene un effetto positivo dello Yoga associato a *Mindfulness* sul controllo cognitivo (Razza et al., 2015). Vanno invece ancora approfonditi gli effetti di tale attività sul controllo cognitivo adattivo e in futuro si possono adottare altri compiti potenzialmente più sensibili a rilevare tale aspetto. Questa ricerca-intervento si pone dunque come interessante punto di partenza per nuove ricerche, che potrebbero replicare tale studio migliorando aspetti organizzativi e metodologici non ottimali,

come aumentare il numero e la frequenza delle lezioni di Yoga e organizzando le classi in piccoli gruppi in ambienti più idonei.

BIBLIOGRAFIA

- Abidin, R. R. (2012). *Parenting Stress Index, Fourth Edition*. Psychological Assessment Resources. FL: Odessa.
- Abrahamse, E., Braem, S., Notebaert, W., & Verguts, T. (2016). Grounding cognitive control in associative learning. *Psychological Bulletin*, *142*(7), 693-728. <https://doi.org/10.1037/bul0000047>
- Aleksić Veljković, A., Katanić, B., & Masanovic, B. (2021). Effects of a 12-Weeks Yoga Intervention on Motor and Cognitive Abilities of Preschool Children. *Frontiers in Pediatrics*, *9*, 1-6. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.799226>
- Anderson, M. C., & Levy, B. J. (2009). Suppressing unwanted memories. *Current Directions in Psychological Science*, *18*(4), 189-194.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, *8*(2), 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Aoyama, S., & Imai-Matsumura, K. (2022). Influences of executive functions on agility and comprehensive physical ability in kindergarteners. *Early Child Development and Care*, *192*(4), 535-544. <https://doi.org/10.1080/03004430.2020.1773811>
- Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*, *255*(5044), 556-559. <https://doi.org/10.1126/science.1736359>
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A Developmental Perspective on Executive Function. In *Child Development*, *81*(6), 1641-1660. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Braem, S., & Egner, T. (2018). Getting a grip on Cognitive Flexibility, *Current Directions in Psychological Review*, *108*(3), 624-625.
- Braver, T. S. (2012). The variable nature of cognitive control: A dual mechanisms framework.

In *Trends in Cognitive Sciences*, 16(2), 106-113.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.12.010>

Conners, C. K. (2001). *Conners' Parent Rating Scale-Revised: Long Version (CPRS-R: L)*. North Tonawanda, NY: Multi-Health Systems.

Chatham, C. H., Frank, M. J., & Munakata, Y. (2009). Pupillometric and behavioral markers of a developmental shift in the temporal dynamics of cognitive control. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(14), 5529-5533. <https://doi.org/10.1073/pnas.0810002106>

Chevalier, N., Martis, S. B., Curran, T., & Munakata, Y. (2015). Metacognitive processes in executive control development: The case of reactive and proactive control. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(6), 1125-1136. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00782

Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., Allison, J. D., & Naglieri, J. A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: A randomized, controlled trial. *Health Psychology*, 30(1), 91-98.

Diamond, A. (2001). *A model system for studying the role of dopamine in the prefrontal cortex during early development in humans: Early and continuously treated phenylketonuria*. In C. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (pp. 433-472). Cambridge, MA: MIT Press.

Diamond, A. (2013). Executive functions. In *Annual Review of Psychology* 64, 135-168.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical. In J. A. Griffin, P. McCardle, & L. S. Freund (Eds.), *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research*. 11-43. <https://doi.org/10.1037/14797-002>

- Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. (1985). Evidence for involvement of prefrontal cortex in cognitive changes during the first year of life: Comparison of performance of human infants and rhesus monkeys on a detour task with transparent barrier. *Society for Neuroscience Abstracts*, *11*, 832.
- Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. (1989). Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's AB task: Evidence for dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*, *74*, 24-40.
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, *333*(6045), 959-964. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Diamond, A., Prevor, M., Callender, G., & Druin, D. (1997). Prefrontal cortex cognitive deficits in children treated early and continuously for PKU. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *62*, 1-208.
- Flook, L., Smalley, S. L., Kitil, M. J., Galla, B. M., Kaiser-Greenland, S., Locke, J., Ishijima, E., & Kasari, C. (2010). Effects of mindful awareness practices on executive functions in elementary school children. *Journal of Applied School Psychology*, *26*(1), 70-95. <https://doi.org/10.1080/15377900903379125>
- Friedman, N. P., Miyake, A., Robinson, J. A. L., & Hewitt, J. K. (2011). Developmental Trajectories in Toddlers' Self-Restraint Predict Individual Differences in Executive Functions 14 Years Later: A Behavioral Genetic Analysis. *Developmental Psychology*, *47*(5), 1410-1430. <https://doi.org/10.1037/a0023750>
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive Function in Preschoolers: A Review Using an Integrative Framework. *Psychological Bulletin*, *134*(1), 31-60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Gathercole, S., Pickering, S., & Ambridge, B. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, *40*, 177-190.

- Gonthier, C., & Blaye, A. (2021). Preschoolers are capable of fine-grained implicit cognitive control: Evidence from development of the context-specific proportion congruency effect. *Journal of Experimental Child Psychology*, 210, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105211>
- Howard, S. J., Vasseleu, E., Batterham, M., & Neilsen-Hewett, C. (2020). Everyday Practices and Activities to Improve Pre-school Self-Regulation: Cluster RCT Evaluation of the PRSIST Program. *Frontiers in Psychology*, 11, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00137>
- Jones, L., Rothbart, M., & Posner, M. (2003). Development of executive attention in children. *Developmental Science*, 6, 498–504.
- Kang, Y., Rahrig, H., Eichel, K., Niles, H. F., Rocha, T., Lepp, N. E., & Britton, W. B. (2018). Gender differences in response to a school-based mindfulness training intervention for early adolescents. *Journal of school psychology*, 68, 163-176.
- Karmiloff-Smith, A., Casey, B. J., Massand, E., Tomalski, P., & Thomas, M. S. C. (2014). Environmental and genetic influences on neurocognitive development: The importance of multiple methodologies and time-dependent intervention. *Clinical Psychological Science*, 2(5), 628-637. <https://doi.org/10.1177/2167702614521188>
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British journal of developmental psychology*, 21(1), 59-80.
- Lezak, M. (1983). *Neuropsychological Assessment*. Oxford University Press; New York.
- Luciana, M., Conklin, H. M., Hooper, C. J., & Yarger, R. S. (2005). The Development of Nonverbal Working Memory and Executive Control Processes in Adolescents. *Child Development Perspectives*, 76(3), 697-712. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00872.x>
- Mackey, A. P., Hill, S. S., Stone, S. I., & Bunge, S. A. (2011). Differential effects of

- reasoning and speed training in children. *Developmental Science*, 14(3), 582-590. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01005.x>
- Mak, C., Whittingham, K., Cunnington, R., & Boyd, R. N. (2018). Efficacy of Mindfulness-Based Interventions for Attention and Executive Function in Children and Adolescents- a Systematic Review. *Mindfulness*, 9(1), 59-78. <https://doi.org/10.1007/s12671-017-0770-6>
- McClelland, M. M., & Cameron, C. E. (2012). Self-Regulation Early Childhood: Improving Conceptual Clarity and Developing Ecologically Valid Measures. *Child Development Perspectives*, 6(2), 136-142. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00191.x>
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 167-202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Miller, E. K., & Wallis, J. D. (2009). Executive function and higher-order cognition: definition and neural substrates. *Encyclopedia of neuroscience*, 4, 99-104.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Müller, C., Otto, B., Sawitzki, V., Kanagalingam, P., Scherer, J. S., & Lindberg, S. (2021). Short breaks at school: effects of a physical activity and a mindfulness intervention on children’s attention, reading comprehension, and self-esteem. *Trends in Neuroscience and Education*, 25, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2021.100160>
- Niebaum, J. C., Chevalier, N., Guild, R. M., & Munakata, Y. (2021). Developing adaptive control: Age-related differences in task choices and awareness of proactive and reactive control demands. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 21(3), 561-572. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00832-2>

- Napoli, M., Krech, P. R., & Holley, L. C. (2005). Mindfulness training for elementary school students: The Attention Academy. *Journal of Applied School Psychology, 21*(1), 99–125.
- Pennington, B. F. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology, 4*(3), 199-230. <https://doi.org/10.1080/87565648809540405>
- Lu, C. H., & Proctor, R. W. (1995). The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simon and spatial Stroop effects. *Psychonomic bulletin & review, 2*(2), 174-207.
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four-to eight-year-old children. *Neuropsychologia, 36*(3), 273-293.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Solso, R. (1975). Attention and cognitive control. Information processing and cognition: The Loyola symposium. *Erlbaum, Hillsdale, NJ, 55-85.*
- Razza, R. A., Bergen-Cico, D., & Raymond, K. (2015). Enhancing Preschoolers' Self-Regulation Via Mindful Yoga. *Journal of Child and Family Studies, 24*(2), 372-385. <https://doi.org/10.1007/s10826-013-9847-6>
- Ruffini, C., Marzocchi, G. M., & Pecini, C. (2021). *Preschool Executive Functioning and Child Behavior: Association with Learning Prerequisites? Children, 8*(964), 1-18. <https://doi.org/10.3390/children8110964>
- Senn, T., Espy, K., & Kaufmann, P. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 26*, 445–464.
- Skyberg, A. M., Beeler-Duden, S., Goldstein, A. M., Gancayco, C. A., Lillard, A. S.,

- Connelly, J. J., & Morris, J. P. (2022). Neuroepigenetic impact on mentalizing in childhood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 54, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101080>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662.
- Stueck, M. (1998) Entspannungstraining mit Yogaelementen in der Schule. Wie man Belastungen abbauen kann (Donauwoerth, Auer-Verlag).
- Stueck, M. (2000) Entspannungstraining mit Yogaelementen in der Schule. Kursleiter-Manual (Donauwoerth, Auer-Verlag).
- Stueck, M., & Gloeckner, N. (2005). Yoga for children in the mirror of the science: Working spectrum and practice fields of the Training of Relaxation with Elements of Yoga for Children. *Early Child Development and Care*, 175(4), 371-377. <https://doi.org/10.1080/0300443042000230537>
- Uddin, L. Q. (2021). Cognitive and behavioural flexibility: neural mechanisms and clinical considerations. *Nature Reviews Neuroscience* 22(3), 167-179. <https://doi.org/10.1038/s41583-021-00428-w>
- Visintin, E., De Panfilis, C., Antonucci, C., Capecchi, C., Marchesi, C., & Sambataro, F. (2015). Parsing the intrinsic networks underlying attention: a resting state study. *Behavioural brain research*, 278, 315-322.
- Wass, S. V., Scerif, G., & Johnson, M. H. (2012). Training attentional control and working memory - Is younger, better? *Developmental Review* 32(4), 360-387. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2012.07.001>
- Wiebe, S. A., Espy, K. A., & Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental psychology*, 44(2), 575. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.44.2.575.supp>
- Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1(1), 297-301. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46>

Zelazo, P. D., & Lyons, K. E. (2012). The Potential Benefits of Mindfulness Training in Early Childhood: A Developmental Social Cognitive Neuroscience Perspective. *Child Development Perspectives*, 6(2), 154-160. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00241.x>

APPENDICE

Tabella 2: Medie e Deviazione Standard dei punteggi nelle sottoscale del questionario CRS-R versione genitori, relative rispettivamente alla classe materna (a), Prima Elementare (b) e Seconda Elementare (c)

Tabella 2a

Indice	Pre-Yoga Media (deviazione standard)	Post-Yoga Media (deviazione standard)
OPPOSITIVITÀ	7.1 (3.7)	6.5 (4.8)
DISATTENZIONE	4.5 (3.4)	4.3 (3.2)
IPERATTIVITÀ	4.9 (5.8)	5.6 (6)
ANSIA/TIMIDEZZA	7.2 (4.8)	7.2 (4.4)
PERFEZIONISMO	4.3 (2.0)	3.1 (1.7)
PROBLEMI SOCIALI	1.2 (1.4)	0.7 (0.8)
PROBLEMI PSICOSOMATICI	1.0 (2.3)	0.6 (1.2)

Tabella 2b

Indice	Maschi		Femmine	
	Pre- Yoga Media (DS)	Post-Yoga Media (DS)	Pre- Yoga Media (DS)	Post-Yoga Media (DS)
OPPOSITIVITÀ	7.4 (4.2)	7.8 (4.3)	5.6 (3.2)	5.2 (4.1)
DISATTENZIONE	6.5 (7.9)	7.8 (9.2)	5.3 (5.0)	5.4 (4.8)
IPERATTIVITÀ	4.8 (4.5)	6.2 (6.1)	3.9 (4.1)	4.0 (3.9)
ANSIA/TIMIDEZZA	3.3 (3.4)	4.6 (3.8)	6.4 (3.8)	4.7 (3.1)
PERFEZIONISMO	2.5 (2.6)	3.4 (3.1)	3.1 (2.1)	2.9 (1.8)
PROBLEMI SOCIALI	0.6 (0.9)	1.4 (1.9)	0.9 (0.9)	1.0 (1.4)
PROBLEMI PSICOSOMATICI	0.6 (1.5)	0.3 (0.9)	0.7 (1.1)	0.5 (1.0)

Tabella 2c

Indice	Maschi		Femmine	
	Pre- Yoga Media (DS)	Post-Yoga Media (DS)	Pre- Yoga Media (DS)	Post-Yoga Media (DS)
OPPOSITIVITÀ	4.5 (2.8)	5.6 (4.7)	6.7 (6.4)	6.5 (5.5)
DISATTENZIONE	5.8 (3.6)	7.5 (5.3)	6.1 (6.2)	5.7 (5.6)
IPERATTIVITÀ	4.9 (4.3)	4.8 (3.7)	4.1 (5.3)	4.5 (5.2)
ANSIA/TIMIDEZZA	3.0 (2.1)	2.6 (2.4)	4.8 (3.5)	4.6 (3.2)
PERFEZIONISMO	1.8 (1.7)	1.9 (2.1)	4.3 (4.1)	2.5 (3.2)
PROBLEMI SOCIALI	1.0 (2.9)	1.1 (1.6)	1.8 (4.4)	1.4 (2.4)
PROBLEMI PSICOSOMATICI	0.3 (0.7)	0.2 (0.6)	0.2 (0.4)	0.1 (0.3)

Tabella 3: Medie e Deviazione Standard dei punteggi dei questionari dei genitori nelle sottoscale del questionario PSI, relative rispettivamente alla classe materna (a), Prima Elementare (b) e Seconda Elementare (c)

Tabella 3a

Indice	Pre-Yoga Media (DS)	Post- Yoga Media (DS)
DISTRESS GENITORIALE	29.8 (6.2)	27.6 (6.3)
INTRAZIONE GENITORE-BAMBINO DISFUNZIONALE	19.6 (5.9)	18.7 (3.6)
BAMBINO DIFFICILE	25.9 (4.4)	23.5 (4.9)
STRESS TOTALE	75.3 (14.1)	69.8 (11.4)

Tabella 3b

Indice	Pre-Yoga Media (DS)	Post- Yoga Media (DS)
DISTRESS GENITORIALE	26.5 (7.7)	27.7 (8.8)
INTRAZIONE GENITORE-BAMBINO DISFUNZIONALE	20.0 (5.7)	20.2 (5.4)
BAMBINO DIFFICILE	24.1 (7.2)	25.5 (7.6)
STRESS TOTALE	70.6 (17.8)	73.4 (19.2)

Tabella 3c

Indice	Pre-Yoga Media (DS)	Post- Yoga Media (DS)
DISTRESS GENITORIALE	25.3 (7.3)	25.5 (9.1)
INTRAZIONE GENITORE-BAMBINO DISFUNZIONALE	19.8 (4.8)	18.8 (6.0)
BAMBINO DIFFICILE	25.4 (6.1)	23.8 (7.4)
STRESS TOTALE	70.5 (15.2)	68.0 (19.3)

Tabella 4: Medie e Deviazione Standard dei punteggi nelle sottoscale del questionario CRS-R versione genitori, relative rispettivamente alla classe materna (a), Prima Elementare (b) e Seconda Elementare (c)

Tabella 4a

Indice	Pre-Yoga Media (deviazione standard)	Post- Yoga Media (deviazione standard)
OPPOSITIVITÀ	9 (2.4)	6.3 (4.6)
DISATTENZIONE	13.3 (3.6)	10.3 (7.5)
IPERATTIVITÀ	15 (3.7)	12 (9.1)
ANSIA/TIMIDEZZA	12.3 (1.5)	7 (5)
PERFEZIONISMO	6 (3.7)	5.3 (5.1)
PROBLEMI SOCIALI	4 (3.4)	4.3 (2.9)

Tabella 4b

Indice	Pre-Yoga Media (deviazione standard)	Post- Yoga Media (deviazione standard)
OPPOSITIVITÀ	6.2 (7)	8.2 (4.8)
PROBLEMI COGNITIVI / DISATTENZIONE	5.2 (4.1)	12.8 (2.2)
IPERATTIVITÀ	9.2 (7.6)	10.4 (4.9)
ANSIA/TIMIDEZZA	4.6 (2.9)	6.4 (3)
PERFEZIONISMO	1.6 (1.7)	5.2 (4)
PROBLEMI SOCIALI	1 (1.7)	3.6 (3.9)

Tabella 4c

Indice	Pre-Yoga Media (deviazione standard)	Post- Yoga Media (deviazione standard)
OPPOSITIVITÀ	11.5 (0.6)	12 (2.4)
PROBLEMI COGNITIVI	17.8 (2.4)	16.3 (0.5)
IPERATTIVITÀ	13.3 (2.2)	13.8 (6.1)
ANSIA/TIMIDEZZA	9.8 (1.3)	11.3 (3.2)
PERFEZIONISMO	7.8 (4.6)	9 (6.1)
PROBLEMI SOCIALI	2.8 (3.6)	6.8 (3)

Tabella 5: Indice Stress totale percepito nel ruolo di insegnante in riferimento alla totalità della classe

Classe	Pre-Yoga Stress Totale (max 10)	Post- Yoga Stress Totale (max 10)
Materna	4.9 /10	4.6 /10
Prima Elementare	4.9 /10	2.4 /10
Seconda Elementare	4.3 /10	4.9 /10

Tabella 6: livello di gradimento e soddisfazione dell'intervento dei genitori

	Materna (n = 13) Media (min-max)/10	Prima Elementare (n = 44) Media (min-max)/10	Seconda Elementare (n = 27) Media (min-max)/10
GENITORI	9.1 (6-10) /10	8.6 (5-10) /10	8.7 (5-10) /10

Tabella 7: livello di gradimento e soddisfazione dell'intervento degli insegnanti

	Materna Media (min-max) /10	Prima Elementare Media (min-max) /10	Seconda Elementare Media (min-max) /10
INSEGNANTI	8.3 (7-10) /10	4.2 (1-8) /10	5 (5-5) /10

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio tutti i bambini e le famiglie che hanno partecipato al nostro studio, grazie ai quali la nostra ricerca ha potuto aver luogo. Ringrazio inoltre il preside e gli insegnanti dell'Istituto Comprensivo Santini di Noventa Padovana (Padova) per la disponibilità e l'entusiasmo dimostrati nei confronti di noi ricercatori e nei confronti dello studio, mettendo a disposizione gli spazi, ma soprattutto il loro tempo.

Un personale ringraziamento è rivolto al Professor Giovanni Mento, referente e coordinatore dello studio, per avermi inserita in questo progetto di ricerca e per avermi seguita e guidata nella sua realizzazione.

I miei ringraziamenti sono rivolti anche alla dottoressa Lisa Toffoli, colei che oltre a seguirci incoraggiandoci in ogni momento, ha eseguito le analisi statistiche dello studio e ha supervisionato alla stesura della tesi.