



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale (DPG)

Corso di laurea Magistrale in Neuroscienze e Riabilitazione Neuropsicologica

Tesi di laurea Magistrale

**LA RELAZIONE TRA VALUTAZIONE DIRETTA E
INDIRETTA DELLE FUNZIONI ESECUTIVE IN BAMBINI DI
ETÀ PRESCOLARE CON SINDROME DI DOWN**

**THE RELATIONSHIP BETWEEN DIRECT AND INDIRECT ASSESSMENT OF
EXECUTIVE FUNCTIONS IN PRESCHOOL CHILDREN WITH DOWN
SYNDROME**

***Relatrice:* Prof.ssa Silvia Lanfranchi**

***Correlatrice:* Dott.ssa Sara Onnivello**

***Laureanda:* Elena Papazzoni**

***Matricola:* 2058194**

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

INTRODUZIONE.....	4
CAPITOLO I: LE FUNZIONI ESECUTIVE NELLO SVILUPPO TIPICO.....	6
1.1 Le funzioni esecutive.....	6
1.1.1 Lo sviluppo delle funzioni esecutive.....	8
1.2 Attività neurale collegata alle funzioni esecutive.....	10
1.3 Funzioni esecutive e altri domini dello sviluppo.....	12
1.3.1 Programmi di intervento sulle funzioni esecutive.....	16
1.4 Valutazione diretta e indiretta delle funzioni esecutive.....	18
CAPITOLO II: LE FUNZIONI ESECUTIVE NELLA SINDROME DI DOWN.....	22
2.1 La sindrome di Down.....	22
2.2 Precursori delle funzioni esecutive nella sindrome di Down.....	23
2.3 Memoria di lavoro nella sindrome di Down.....	24
2.4 Inibizione nella sindrome di Down.....	26
2.5 Flessibilità nella sindrome di Down.....	28
2.6 Pianificazione nella sindrome di Down.....	29
2.7 Funzioni esecutive e altri domini dello sviluppo nella sindrome di Down.....	30
2.8 Valutazione diretta e indiretta delle funzioni esecutive nella sindrome di Down.....	31
CAPITOLO III: METODO.....	34
3.1 Obiettivi e domande di ricerca.....	34
3.2 Partecipanti.....	35
3.3 Strumenti.....	36
3.3.1 Behaviour Rating Inventory of Executive Function – Preschool Version.....	36
3.3.2 Early Executive Functions Questionnaire.....	37

3.3.3 Strumenti di valutazione diretta.....	38
3.3.3.1 Memoria di lavoro – Tre garage.....	39
3.3.3.2 Memoria di lavoro – Nascondino.....	40
3.3.3.3 Inibizione – Divieto: Bacchetta con i brillantini e Bastone della pioggia.....	40
3.3.3.4 Flessibilità – Categorizzazione inversa semplificata.....	41
3.3.3.5 Pianificazione – Recupero di oggetti.....	42
3.3.3.6 Pianificazione – Creatività.....	42
3.4 Piano di analisi.....	43
CAPITOLO IV: RISULTATI.....	45
4.1 Statistiche descrittive.....	45
4.2 Correlazioni tra misure dirette e indirette.....	46
4.3 Correlazioni tra misure indirette.....	50
4.4 Correlazioni tra misure dirette.....	51
CAPITOLO V: DISCUSSIONE.....	54
5.1 Limiti e sviluppi futuri.....	56
BIBLIOGRAFIA.....	58

INTRODUZIONE

La creazione di una rappresentazione mentale in memoria, la capacità di bloccare una risposta e/o uno stimolo, il passaggio da un compito ad un altro o da una regola all'altra e la pianificazione strategica di sequenze motorie o comportamentali implicano l'utilizzo delle funzioni esecutive (FE), quali memoria di lavoro, inibizione, flessibilità e pianificazione (Goldstein et al., 2014). Il termine FE è diventato un termine "ombrello" utilizzato per vari processi cognitivi; tali abilità costituiscono una base essenziale per il successo nell'adattamento e nelle abilità della vita quotidiana (Will et al., 2021).

Lo sviluppo delle FE è un campo di studi molto attivo: una delle principali domande di ricerca riguarda la differenziazione delle FE, ovvero il dibattito sull'unità o distinzione di esse; la loro natura multicomponentiale ormai è ampiamente citata e riconosciuta dalla comunità scientifica, la quale vede le FE come costrutti separabili ma moderatamente correlati (Miyake et al., 2000). Lo sviluppo delle FE in età evolutiva permette di indagare i diversi livelli di maturazione delle abilità delle singole FE e di come esse si modifichino lungo tutto l'arco di vita, svolgendo un ruolo fondamentale nella sfera cognitivo-socio-comportamentale del singolo (Morra et al., 2018; Marzocchi & Valagussa, 2011). Lo studio delle FE ha basi anche neurologiche, difatti Luria (1966) fu uno dei primi ricercatori che ipotizzò una gerarchia delle funzioni cerebrali, in cui aree specifiche del cervello, come la corteccia prefrontale mostra grande influenza nella gestione delle FE e di processi cognitivi di ordine superiore.

Nello sviluppo tipico le FE della memoria di lavoro e di inibizione iniziano a svilupparsi precocemente nei primi anni di vita dell'individuo; alla fine del periodo prescolare, invece, i bambini diventano sempre più capaci e abili a passare dall'utilizzo di una regola all'altra in un compito di flessibilità cognitiva. Infine, l'acquisizione di flessibilità cognitiva permette anche effetti a cascata sulla FE della pianificazione (Diamond, 1995; Garon, Bryson & Smith, 2008). Le FE forniscono, anche informazioni sulle differenze individuali, esse possono predire un'ampia gamma di outcomes di sviluppo, compresi il rendimento scolastico e la competenza sociale nell'adolescenza (Mischel et al., 1989). È importante mantenere un focus ampio sullo sviluppo e l'influenza delle FE negli ambiti quotidiani e come l'ambiente stesso possa influenzarle; infatti, le FE si sviluppano e sono coinvolte in contesti personali, sociali, storici e culturali (Nisbett & Miyamoto, 2005; Friedman & Miyake, 2017).

Considerando la relazione tra le FE e le disabilità intellettive, in particolare negli individui con sindrome di Down, si delinea un profilo di sviluppo di tali abilità differente rispetto ai soggetti a sviluppo tipico, che risulta essere compromesso rispetto a quello dei bambini a sviluppo tipico di

pari età cronologica e mentale (Fidler & Lanfranchi, 2022). I bambini con sindrome di Down mostrano problemi maggiori nella memoria di lavoro, nelle abilità di pianificazione e nel controllo inibitorio. Nel profilo delle FE di soggetti con sindrome di Down si evidenziano, però, anche dei punti di forza come il vocabolario recettivo (Decker et al., 2019), il controllo emotivo (Daunhauer et al., 2014; Loveall et al., 2017) e le abilità visuo-spaziali (Yang et al., 2014).

Nonostante i punti di forza caratteristici del profilo di individui con sindrome di Down, diversi ricercatori hanno concluso che nello specifico le FE sono un'area di debolezza generale in questa popolazione se confrontati con le prestazioni di un gruppo di controllo a sviluppo tipico (Costanzo et al., 2013; Lanfranchi, Jerman, Dal Pont, Alberti & Vianello, 2010).

Le FE sono un costrutto multicomponentiale e di conseguenza la valutazione completa di esse richiede la somministrazione di molteplici misure, che valutino collettivamente tutti gli ambiti esecutivi, preferibilmente attraverso diverse modalità. Vi sono misurazione dirette (somministrazione di prove o batterie di compiti) e misurazioni indirette basate su terzi (questionari). Entrambi i metodi di valutazione sono importanti al fine di poter tracciare un quadro completo delle FE di un soggetto. Ancora aperta e ampiamente indagata è la questione sulla relazione tra queste tipologie differenti di valutazione, ovvero se valutano gli stessi costrutti in egual modo, se sono interscambiabili o se indagano parallelamente costrutti diversi ma complementari delle FE (Toplak et al., 2013).

Le FE nella sindrome di Down, come nello sviluppo tipico, vengono indagate con strumenti diretti e indiretti, la valutazione di esse può permettere la presa in carico da esperti in tempi molto precoci, al fine di sopperire con ogni mezzo possibile alle difficoltà e alle mancanze di cui la sindrome è caratteristica. L'area di ricerca che indaga la correlazione tra strumenti di valutazione diretta e indiretta nella popolazione con sindrome di Down è in via di sviluppo. Lo studio delle correlazioni di tali strumenti permetterebbe di creare programmi di potenziamento delle FE, strumenti valutativi sempre più efficaci.

Da questa considerazione si basa la domanda di ricerca del presente elaborato, ovvero lo studio delle correlazioni tra strumenti di valutazione diretta e indiretta delle FE in un campione di bambini di età prescolare con sindrome di Down. Nei primi due capitoli, oltre a delineare lo sviluppo delle FE e il profilo tipico delle FE nei soggetti con sindrome di Down, si riportano le differenze tra valutazioni dirette e indirette delle FE nella popolazione a sviluppo tipico e con sindrome di Down. Nel terzo capitolo verrà presentato il metodo di questa ricerca. Successivamente, nel quarto capitolo vi è la presentazione dei risultati e a seguire il quinto e ultimo capitolo in cui verranno discussi i risultati ottenuti.

CAPITOLO I: LE FUNZIONI ESECUTIVE NELLO SVILUPPO TIPICO

1.1 Le funzioni esecutive

Le funzioni esecutive (FE) si riferiscono ad un complesso di processi mentali coinvolti nel controllo consapevole e diretto degli obiettivi del pensiero, dell'azione e delle emozioni, processi che includono la flessibilità cognitiva, il controllo inibitorio e la memoria di lavoro (Miyake et al., 2000). Sono definiti “top-down”, in quanto implicano l’attivazione di una “guida” interna dell'attenzione basata sulle conoscenze pregresse del singolo. È, infatti, un processo intenzionale e guidato da sistemi cognitivi di ordine superiore che non fanno affidamento alla pura analisi sensoriale dello stimolo (Katsuki & Constantinidis, 2013). Vengono quindi utilizzate quando la modalità automatica, l’affidamento all'istinto o all'intuizione sarebbe insufficiente o impossibile e non consentirebbe l’adempimento del compito richiesto (Burgess & Simons, 2005).

Il termine FE è diventato un termine “ombrello” utilizzato per vari processi cognitivi come la memoria di lavoro, l’inibizione, la flessibilità e la pianificazione (Goldstein et al., 2013). Tali funzioni costituiscono una base essenziale per il successo nell’adattamento e nelle abilità della vita quotidiana.

La memoria di lavoro è un sistema volto alla manipolazione dinamica, attiva e costante delle informazioni acquisite, che implica un continuo aggiornamento delle rappresentazioni in memoria, e che va oltre al semplice e passivo mantenimento delle informazioni rilevanti (Lehto, 1996; Morris & Jones, 1990). Durante lo svolgimento di un compito tale FE richiede il monitoraggio e la codifica costante delle informazioni utili allo svolgimento della prova; l’aggiornamento e la revisione delle informazioni permette di mantenerle e immagazzinarle in memoria, così da non trattenere informazioni irrilevanti per lo svolgimento del compito specifico (Morris & Jones, 1990). Essa è fondamentale per permettere all’uomo di dare un senso a tutto ciò che si svolge nel tempo e consente la creazione di rappresentazioni mentali.

L’inibizione implica la capacità di inibire deliberatamente risposte dominanti, automatiche quando necessario, mettendo in atto un processo cognitivo di ordine superiore deliberato e consapevole, atto alla soppressione di input irrilevanti allo svolgimento del compito specifico richiesto. Permette di controllare la propria attenzione, il comportamento, i pensieri e le emozioni al fine di bloccare una risposta e/o uno stimolo (Diamond, 2013).

La flessibilità riguarda la capacità di cambiare prospettiva, sia a livello spaziale, immaginando di guardare un oggetto da un’altra direzione, sia a livello interpersonale, cercando di adottare il punto di vista altrui. Essa comporta il disimpegno da un insieme di compiti irrilevanti e il successivo

impegno attivo a un insieme di compiti rilevanti. Prevede la capacità di cambiare prospettiva in base alle richieste esterne, ad esempio in un cambio regola durante la somministrazione di un test (Diamond, 2013).

Infine, la pianificazione è una funzione cognitiva di livello superiore che include i processi dell'FE coinvolti nella formulazione, valutazione e selezione delle azioni necessarie per raggiungere un obiettivo specifico (Cristofori, 2019).

Le FE e il loro sviluppo costituiscono un campo di studio molto attivo, una delle principali domande di ricerca riguarda la differenziazione delle FE nel corso dello sviluppo, ovvero l'ipotesi di unità o distinzione delle FE. È ormai ampiamente citato che, analizzando le differenze individuali nella popolazione adulta, Miyake e colleghi (2000) hanno indagato la natura del processo che c'è alla base delle FE, se sia unitario o multicomponentiale. Le FE che gli studiosi hanno preso in considerazione sono: flessibilità – spostamento tra compiti o insiemi mentali –; memoria di lavoro – aggiornamento e monitoraggio delle rappresentazioni –; e inibizione di risposte (Miyake et al., 2000). Dallo studio, in cui un gruppo di 137 studenti universitari dell'Università di Boulder in Colorado è stato valutato su queste tre componenti, è emerso che le tre FE considerate sono costrutti separabili ma moderatamente correlati (Miyake et al., 2000). Questo studio ha esaminato, inoltre, come le tre FE contribuiscono alla performance su compiti esecutivi più complessi come il Wisconsin Card Sorting Test e il compito della Torre di Hanoi. I risultati delle analisi (Miyake et al., 2000) hanno mostrato che vi sia una certa separabilità delle tre FE target (memoria di lavoro, inibizione e flessibilità) e che esse contribuiscono in modo differenziale alla prestazione nei test esecutivi più complessi; nello specifico, la flessibilità sembra contribuire alle prestazioni del Wisconsin Card Sorting Test, mentre l'inibizione alle prestazioni della Torre di Hanoi.

In letteratura sono presenti anche studi che sostengono la natura non totalmente unitaria delle FE. Questi studi hanno esaminato un'ampia gamma differenziata di popolazioni target, inclusi giovani adulti e anziani normotipici (Lehto, 1996; Lowe & Rabbitt, 2004; Robbins et al., 1998), adulti con danni cerebrali (Burgess, 2004; Duncan et al., 1997) e bambini con patologie neurocognitive (Levin et al., 1996; Schachar, Tannock, & Logan, 1993; Welsh, Pennington, & Groisser, 1991).

Tuttavia, focalizzandosi sui primi anni di vita, la struttura e lo sviluppo delle FE nella popolazione di bambini prescolari è dibattuta, poiché non è ancora completamente chiaro quando e come esse si differenziano (Morra et al., 2018). Se si assume, però, che le FE maturano e cambiano nel corso dello sviluppo, è possibile ipotizzare che il diverso livello di maturazione delle abilità delle FE e le modificazioni di esse durante lo sviluppo possono portare a un ruolo differenziato dei processi delle FE nell'esecuzione dello stesso compito in età diverse (Morra et al., 2018).

1.1.1. Lo sviluppo delle funzioni esecutive

Solo di recente, anche grazie alla nascita della neuropsicologia evolutiva, l'interesse della comunità scientifica si è rivolto allo sviluppo delle FE in età evolutiva. Le FE, infatti, cominciano a svilupparsi già durante la prima infanzia e proseguono il loro sviluppo lungo l'intero arco di vita, parallelamente allo sviluppo e maturazione delle varie strutture corticali e sottocorticali coinvolte in tali processi (Marzocchi & Valagussa, 2011).

La capacità di mantenere a mente delle informazioni si sviluppa precocemente, anche neonati e bambini piccoli possono tenere a mente un paio di informazioni per un lasso di tempo prolungato (Diamond, 1995). Tuttavia, la capacità di trattenere in memoria informazioni matura lungo un continuum progressivo di sviluppo che accompagna tutto l'arco di vita. Studi trasversali evidenziano come il mantenimento in memoria durante l'infanzia di un'informazione in un compito di risposta ritardata si sviluppa prima dei 6 mesi (Johnson & de Haan, 2015; Pelphrey et al., 2004). Ciò che sembra svilupparsi dopo questa età è il lasso di tempo in cui le rappresentazioni possono essere tenute a mente e il numero progressivamente sempre maggiore di elementi che possono essere conservati in memoria di lavoro (Pelphrey & Reznick, 2003). Uno studio di Diamond e Doar (1989) mostra come nel paradigma del compito di risposta ritardata vi sia un aumento del numero di secondi in cui i bambini sono in grado di mantenere in memoria una rappresentazione semplice nell'ultima metà del primo anno di vita. I risultati, infatti, evidenziano come mentre i bambini di 6 mesi sono in grado di immagazzinare in memoria una rappresentazione per pochi secondi, questa capacità aumenta fino a 10 secondi entro i primi 12 mesi di vita (Diamond & Doar, 1989). Dopo i 2 anni di età la FE di memoria di lavoro viene valutata con i compiti di span, gli studi a riguardo mostrano un continuo incremento di questa FE, come un progressivo aumento della capacità di mantenimento di informazioni in memoria sia in termini di numero di rappresentazioni memorizzabili (quantità) sia la durata di tempo massima del mantenimento in memoria di tali informazioni (tempo). La capacità della memoria di lavoro continua a migliorare anche dopo il periodo prescolare, ad esempio a 5 anni indicativamente il numero massimo di rappresentazioni memorizzabili è 4, mentre a 11 anni è di 14 rappresentazioni (Gathercole, 1998).

L'inibizione, che comporta il controllo e il contenimento di una risposta da parte del soggetto, risulta molto studiata già nella popolazione dei bambini di età prescolare, poiché essa risulta essere predittiva degli esiti comportamentali e sociali in età adulta; inoltre, è un'abilità cardine che influenza anche le altre FE (Diamond, 2013). La prima forma di inibizione della risposta che emerge nei bambini si osserva nel primo anno di vita, quando essi interrompono un'attività piacevole in risposta a una richiesta del caregiver. Ad esempio, nel paradigma del "non fare" il

caregiver o lo sperimentatore chiedono al bambino di non emettere un comportamento che dovrebbe essere gratificante, come toccare un giocattolo attraente, i bambini di 8 mesi sono in grado di inibire il comportamento il 40% delle volte (Kochanska et al., 1998), mentre i bambini di 22 e 33 mesi sono in grado di inibire il comportamento la maggior parte delle volte, rispettivamente nel 78% e nel 90% dei casi (Kochanska, 2002). Inoltre, compiti semplici di inibizione della risposta evidenziano come fin dall'età prescolare, l'inibizione aumenta durante lo sviluppo. Per esempio, il tipico paradigma dell'attesa, in cui viene mostrato un dolcetto e si chiede al bambino di aspettare un periodo di tempo variabile prima di avere il permesso di mangiare il dolcetto, mostra differenze legate all'età nel controllo inibitorio della risposta. I risultati di uno studio di Carlson (2005) evidenziano come il 50% dei bambini di 24 mesi erano in grado di aspettare 20 secondi prima di mangiare il dolcetto, mentre l'85% dei bambini di 3 anni riusciva ad attendere fino a un minuto. Questa capacità sembra migliorare durante il periodo prescolare, con il 72% dei bambini di 4 anni in grado di aspettare per 5 minuti (Carlson, 2005). Muovendosi su prestazioni in compiti di inibizione della risposta più complessi che implicano tenere a mente una regola arbitraria, rispondere secondo questa regola e inibire una risposta dominante, è stata trovata un'associazione con le abilità di utilizzare, mantenere e manipolare informazioni di tipo verbale (Reed, Pien & Rothbart, 1984). Tale capacità inibitoria più avanzata inizia a svilupparsi verso i 3 anni fino all'età scolare (Garon, Bryson & Smith, 2008).

Alla fine del periodo prescolare i bambini diventano sempre più capaci e abili a passare dall'utilizzo di una regola all'altra in un compito di flessibilità cognitiva; nel periodo precedente essi riportano maggiori probabilità di difficoltà nell'utilizzo della FE di flessibilità (Garon, Bryson & Smith, 2008). In età scolare i bambini acquisiscono, dunque, una maggiore flessibilità cognitiva; i compiti di questa FE, per loro stessa natura, si basano su altre FE, quali la memoria di lavoro e l'inibizione. L'acquisizione di flessibilità cognitiva permette anche effetti a cascata sulla FE della pianificazione (Marzocchi & Valagussa, 2011). Infatti, i bambini di età scolare e giovani adulti riescono a pianificare e anticipare in modo proattivo tali FE, rispetto ai bambini piccoli di età prescolare e agli anziani, i quali tendono a esercitare le FE in modo reattivo in risposta alle richieste ambientali, con minore controllo e consapevolezza sulla flessibilità e pianificazione (Karayanidis et al., 2011; Munakata et al., 2012).

Infine, con l'avanzare dell'età, alcuni domini cognitivi cominciano a peggiorare e di conseguenza tendono a rallentare anche le diverse FE, che determinano un progressivo deterioramento delle prestazioni dell'individuo. In particolare, la memoria di lavoro diminuisce durante l'invecchiamento, così come anche le capacità inibitorie, aspetto che renderebbe gli anziani più

vulnerabili alle interferenze esterne e alla distrazione (Fournet et al., 2012). Infatti, durante lo sviluppo, una migliore capacità di inibizione delle interferenze si associa a migliori prestazioni nei compiti di memoria di lavoro (Hale et al., 1997); mentre nell'invecchiamento, il declino della memoria di lavoro si associa a una minore inibizione e velocità di elaborazione delle informazioni (Rozas et al., 2008; Salthouse, 1992).

1.2 Attività neurale collegata alle funzioni esecutive

Storicamente, il costrutto delle FE deriva da osservazioni neuropsicologiche delle conseguenze del danno alla corteccia prefrontale (PFC) (Luria, 1966) e da danni al lobo frontale (Miyake, 2000). Gli studi del neurologo Lhermitte (1983) mostrano come pazienti con lesioni alla PFC hanno la tendenza a legarsi allo stimolo e rispondere automaticamente in modo stereotipato, mostrando un comportamento di utilizzo degli oggetti. Inoltre, la letteratura riporta come soggetti con danni al lobo frontale mostrino gravi problemi nel controllo e nella regolazione del comportamento, che causa loro difficoltà e problemi nella gestione di attività di vita quotidiana e nella sfera personale delle relazioni inter e intra personali.

Luria (1966) nel suo modello ipotizza una natura gerarchica delle funzioni cerebrali, in esso specifica come la PFC sia al livello più alto nella gerarchia e come essa eserciti un controllo top-down su altre regioni del cervello, ma che a sua volta sia influenzata da queste altre regioni cerebrali in modo reciproco e bidirezionale. Le ricerche successive hanno supportato la concettualizzazione gerarchica di Luria, enfatizzando la natura della struttura gerarchica all'interno della stessa PFC. Secondo diversi studi complementari, livelli più alti della PFC nella gerarchia delle funzioni cerebrali, implicano rappresentazioni più astratte e funzioni cognitive più complesse e strutturate (Badre & D'Esposito, 2007; Bunge & Zelazo, 2006; Christoff & Gabrieli, 2000). Nonostante varie regioni della PFC svolgono un ruolo cardine nella gestione delle FE, vi è una rete neurale più estesa e complessa che influisce anch'essa sul costrutto delle FE, come ad esempio, lo striato, l'amigdala e altre parti del sistema limbico (Niendam et al., 2012). Dunque, si può affermare come le FE dipendano da circuiti neurali sempre più estesi e connessi tra loro, i quali coinvolgono varie regioni cerebrali oltre alla PFC e tipicamente sono legate alle FE di flessibilità cognitiva, memoria di lavoro e inibizione. In uno studio di neuroimaging con un campione di adulti sani, i ricercatori hanno testato la memoria di lavoro, il controllo inibitorio e la flessibilità cognitiva (Lemire-Rodger et al., 2019). I risultati hanno indicato che la memoria di lavoro è associata maggiormente all'attività nella PFC, nella corteccia parietale laterale e nell'insula bilaterale; il controllo inibitorio è più associato alla PFC laterale destra e superiore mediale, lobuli parietali

inferiori bilaterali e corteccia temporale media e inferiore destra; e la flessibilità cognitiva è associata maggiormente con l'attività bilaterale della PFC mediale, corteccia cingolata posteriore, precuneus, lobulo parietale inferiore sinistro, corteccia temporale laterale e talamo destro. Hanno, inoltre, visto come queste reti si sviluppano attraverso la differenziazione nell'età adulta, mostrando cambiamenti soggettivi nella connettività tra reti e dunque nel funzionamento delle singole FE.

Un numero crescente di prove neuropsicologiche e neurofisiologiche indicano che la flessibilità tra compiti o schemi mentali coinvolge i lobi frontali, dunque, un'analisi mirata di tali aree può essere importante per capire i fallimenti di controllo cognitivo ed esecutivo in pazienti con danni cerebrali (Monsell, 1996). Inoltre, un sintomo chiave dei disturbi del lobo frontale, è la perseverazione o la ripetizione della stessa risposta più e più volte anche quando chiaramente essa non è più appropriata, questo comportamento viene spesso interpretato in termini di difficoltà nel cambiare l'impostazione mentale e di limitata flessibilità cognitiva (Luria, 1966; Stuss & Benson, 1986).

Studi di neuroimaging hanno mostrato dissociazioni nelle aree richieste per la memorizzazione relativamente passiva e l'aggiornamento attivo: mentre la semplice memorizzazione e mantenimento delle informazioni è stata associata alle aree premotorie della corteccia frontale e ai lobi parietali; la funzione di aggiornamento attivo della traccia mnestica è stata collegata alla PFC dorsolaterale (Jonides & Smith, 1997) e ai lobi frontali.

Per quanto riguarda la FE dell'inibizione, invece, è stato dimostrato che il compito Stroop (Perret, 1974) è sensibile alle lesioni dei lobi frontali e ad altri tipi di disfunzione del lobo frontale; mentre il compito di "go-no-go" implica fortemente la PFC (Kiefer et al., 1998).

Prendendo ancora in esame le proprietà e le caratteristiche delle FE vi è una notevole evidenza comportamentale e neurale che le FE variano lungo un continuum da "FE hot" a "FE cool" (Zelazo & Müller, 2002). Con il termine "cool FE" ci si riferisce alle abilità delle FE presenti in contesti relativamente emotivamente neutri ed esse si basano maggiormente su reti neurali che coinvolgono la PFC laterale. Le FE definite "hot", di contro, si riferiscono alle competenze delle FE necessarie in contesti con una valenza motivazionale ed emotiva significativa, esse si basano di più sulle reti neurali che coinvolgono le parti ventrali e mediali della PFC.

La flessibilità cognitiva, la memoria di lavoro e il controllo inibitorio possono essere considerati aspetti di "cool" delle FE se rilevati tramite una valutazione diretta in contesti di laboratorio con la somministrazione di compiti relativamente decontestualizzati e privi di una valenza emotiva. Un esempio è il Dimensional Change Card Sort, un compito di uso di regola che richiede l'applicazione di tutte e tre queste FE. Nei compiti come il Dimensional Change Card Sort, le misure di

flessibilità, memoria di lavoro e controllo inibitorio possono assumere una valenza di “hot FE” (con salienza emotiva) quando inserite in contesti significativi (Zelazo, 2020).

Inoltre, la “hot FE” è coinvolta anche nella regolazione deliberata delle emozioni, ciò comporta ad una modulazione intenzionale delle reazioni di approccio-evitamento, anche attraverso l'utilizzo e la messa in atto di processi “cool” delle FE, come, ad esempio, il decentramento, il distanziamento psicologico e specifiche pratiche metacognitive (Bernstein et al., 2015; Kross et al., 2011; Travers-Hill et al., 2017). A livello comportamentale, le FE “hot e cool” consentono l'apprendimento intenzionale e un funzionamento sociale efficace. La letteratura evidenzia come tali aspetti delle FE predicano lo sviluppo della teoria della mente nei bambini – aspetto chiave dell'adattamento e cognizione sociale (Carlson et al., 2004). Si può, dunque, attribuire una funzione di regolazione delle emozioni e di funzionamento sociale alle FE, abilità cardine dello sviluppo psicosociale dell'individuo (Zelazo, 2015).

1.3 Funzioni esecutive e altri domini dello sviluppo

Le FE forniscono la possibilità di mettere in luce le differenze individuali durante l'infanzia e possono predire un'ampia gamma di outcomes di sviluppo, compresi il rendimento scolastico, la competenza sociale nell'adolescenza (Mischel et al., 1989). Il potere predittivo delle FE è spesso maggiore di quello del QI e si osservano previsioni a lungo termine (Duckworth & Seligman, 2005), non sorprende, quindi, che lo sviluppo atipico di queste competenze (FE) possa portare a sfide diffuse e pervasive per la crescita del cervello e per lo sviluppo di un sano adattamento psico-socio-cognitivo. La ricerca a riguardo, quindi, ha indagato il legame che vi può essere tra lo sviluppo delle FE, il rendimento scolastico e accademico dei bambini e la possibile influenza di differenze individuali e culturali, che agiscono come fattori determinanti nello sviluppo delle FE.

A livello di associazione con gli aspetti scolastici, un filone di ricerca afferma che l'esposizione dei bambini alle attività matematiche può coinvolgere e facilitare lo sviluppo delle FE (Clements et al., 2016); allo stesso modo, Demoulin e Kolinsky (2016) hanno osservato che l'alfabetizzazione precoce e l'insegnamento della scrittura ai bambini possano facilitare lo sviluppo delle loro capacità di memoria di lavoro verbale. È stato, inoltre, constatato come i bambini che ottengono risultati migliori nei compiti sulle FE all'asilo ottengono risultati migliori anche nei test di rendimento scolastico (Willoughby et al., 2019). Questo potrebbe essere spiegato dal fatto che, a scuola, i bambini per avere successo e mantenere gli obiettivi legati al loro apprendimento devono passare in modo flessibile tra diverse strategie cognitive, attività e argomenti, inibendo le possibili interruzioni e distrazioni (Zelazo & Carlson, 2012).

Uno studio di Willoughby e colleghi (2019) ha considerato un sottocampione di partecipanti (N: 6040) dalla coorte *Early Childhood Longitudinal Study–Kindergarten* dell'*Institute of Education Sciences of the U.S. Department of Education* (Tourangeau et al., 2015). La ricerca ha testato le associazioni tra due dimensioni delle FE (memoria di lavoro e flessibilità cognitiva) con due ambiti di rendimento accademico (lettura e matematica). Per la componente matematica è stata valutata la conoscenza concettuale, la conoscenza procedurale e la risoluzione dei problemi. Nello specifico, sono stati indagati il concetto di senso numerico e operazioni. Per la componente di lettura c'erano domande che misuravano le competenze di base, come il riconoscimento delle lettere, la conoscenza del vocabolario e la comprensione del testo, in cui il compito specifico è definire parole target e fare inferenze complesse. I risultati hanno dimostrato un'associazione positiva tra i risultati in lettura e matematica e la memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva, dalla scuola materna fino alla seconda elementare. Nonostante la coerenza delle associazioni positive tra le FE e il rendimento scolastico, permangono dubbi sulle differenze individuali, sul ruolo del contesto e come il rapporto tra FE e rendimento scolastico possa essere influenzato da variabili ecologiche.

Infatti, è necessario specificare che le FE si sviluppano e sono coinvolte in contesti personali, sociali, storici e culturali, non bisogna considerare la loro espressione e attività esclusivamente in un ambito di setting laboratoriale, dove le attività proposte sono troppo astratte e non catturano adeguatamente le situazioni del mondo reale. Questa possibile mancanza di corrispondenza tra l'attivazione di FE in ambiente di laboratorio ed ambiente ecologico implica una bassa generalizzazione dei vantaggi ottenuti con training delle FE in contesti controllati e di laboratorio. (Niebaum & Munakata, 2022).

Mantenendo uno sguardo più ampio allo sviluppo delle FE e come tale processo possa dipendere ed essere influenzato da svariati fattori, è interessante porre l'attenzione a un filone di ricerca che si concentra sullo studio delle differenze individuali a livello comportamentale e genetico nello sviluppo delle FE (Friedman & Miyake, 2017). Queste considerazioni portano a ipotizzare e pensare alle FE come funzioni non esclusivamente asettiche e osservabili in laboratorio, ma permettono di adottare uno sguardo aperto allo sviluppo delle FE, comprendente di una combinazione estesa di variabili uniche e individuali per ogni soggetto. A tal proposito è stata studiata la relazione tra disturbi clinici e le FE (Snyder, Miyake & Hankin, 2015), si evidenzia come gli effetti legati alla depressione siano significativamente maggiori per l'inibizione rispetto alla memoria di lavoro verbale o alla flessibilità; mentre nel disturbo ossessivo-compulsivo gli effetti incidono maggiormente sulla memoria di lavoro (Snyder, 2013; Snyder, Kaiser, Warren & Heller, 2015). Per quanto riguarda variabili comportamentali in popolazioni tipiche, Friedman e colleghi

(2011) hanno scoperto che i bambini che presentano un maggiore autocontrollo hanno migliori capacità di inibizione e memoria di lavoro a 17 anni, ma non riportano diverse capacità nella flessibilità rispetto a bambini che nell'infanzia mostravano minore autocontrollo a livello comportamentale. Infine, considerando una variabile ecologica come l'ambiente di crescita, la letteratura riporta come gli adulti che sono cresciuti in ambienti estremamente stressanti mostrano un peggior funzionamento nella FE dell'inibizione ma un utilizzo più strategico e funzionale della flessibilità in contesti incerti, rispetto ad adulti cresciuti in ambienti meno stressanti (Mittal et al., 2015).

Le differenze individuali nello sviluppo delle FE sono state anche indagate in studi che prendono in considerazione come popolazione target quella di gemelli, indagando se individui geneticamente simili tra loro abbiano uno sviluppo e una espressione simile in termini di FE. Uno studio di Friedman e colleghi (2016) afferma che le stesse influenze genetiche operano lungo un arco di tempo di 6 anni, portando ad un'alta stabilità nelle differenze individuali delle FE; risultati simili sono stati riportati in uno studio su gemelli di età compresa tra gli 8 e 15 anni, evidenziando un fattore comune (che predice le variabili di inibizione, flessibilità e memoria di lavoro) ereditabile al 100%. Sebbene questi studi non abbiano stimato l'ereditarietà delle variabili latenti delle singole FE, Lee et al. (2012) hanno esaminato la struttura genetica e ambientale dei compiti individuali sfruttando la memoria di lavoro, l'inibizione e la flessibilità in un campione di gemelli più anziani (over 65 anni), scoprendo significative influenze genetiche sui compiti di inibizione ma non sui compiti di flessibilità. I risultati di questi studi suggeriscono che differenze individuali nelle FE sono altamente ereditabili, detto ciò, è importante mantenere una visione globale dello sviluppo delle FE e delle variabili che ne permettono la differenziazione e lo sviluppo, come l'ambiente. Infatti, una visione di interazione gene – ambiente consente di sottolineare come il cambiamento dell'ambiente possa effettivamente portare a differenze nell'espressione delle FE, rispetto ad una visione causale unicamente genetica che non tiene in considerazione le differenze individuali dettate dall'ambiente di vita quotidiano (Briley & Tucker-Drob, 2013; Plomin & Deary, 2015).

Le FE sono processi cognitivi intrinsecamente guidati da obiettivi; in laboratorio, gli obiettivi vengono forniti da uno sperimentatore (ad esempio, ordinare le immagini in base alla forma o al colore). Al di fuori del laboratorio, gli obiettivi e la motivazione di un individuo per raggiungerli sono guidati anche da contesti personali, storici, sociali e culturali.

Dunque, la familiarità dei bambini con i contenuti utilizzati nelle misurazioni delle FE possono influenzare la prestazione del compito; gli interventi dovrebbero proporre contenuti del compito che siano contestualmente rilevanti per i risultati comportamentali studiati, come aspetti specifici del

rendimento scolastico. Si ipotizza di conseguenza che tali interventi guidati dal contesto siano più promettenti per avere un impatto maggiore e più generalizzato sulle FE in ambienti ecologici, rispetto agli interventi che mirano a migliorare solo le FE.

Secondo tale prospettiva, una variabile che potrebbe avere un ruolo determinante nello sviluppo FE e delle differenze individuali, è il contesto culturale in cui vive il singolo. Svitati studi hanno analizzato la differenza tra lo sviluppo delle FE in bambini dell'Asia orientale e bambini caucasici dell'Europa e Nord America, domandandosi perché i bambini asiatici possono mostrare vantaggi precoci nelle FE. Ad esempio, le culture dell'Asia orientale sono di natura collettivista a causa della loro spiccata valutazione dell'armonia sociale e dell'allineamento degli obiettivi personali e comunitari. Ciò contrasta con le culture caucasiche individualiste del Nord America e dell'Europa, che enfatizzano l'indipendenza personale e l'espressione di sé (Tobin et al., 1989; Nisbett & Miyamoto, 2005).

Ciò ha portato all'idea che le differenze interculturali nelle FE potrebbero essere attribuibili alle differenze nel background socio-culturale dei bambini. Vi sono, ad esempio, prove che i bambini in età prescolare dell'Asia orientale raggiungono le tappe fondamentali delle FE fino a 6 mesi prima rispetto ai bambini in età prescolare caucasici (Sabbagh et al., 2006), e sono educati fin dalla tenera età a osservare i valori collettivisti, ciò ha portato alcuni ad attribuire il loro precoce sviluppo dell'FE all'effetto della pratica dell'autoregolazione durante la routine quotidiana e quindi ad un precoce sviluppo dell'inibizione (Oh & Lewis, 2008).

Un altro aspetto molto variabile nelle diverse culture sono gli stili genitoriali, che differiscono anche nelle culture dell'Asia orientale e caucasica del Nord America e dell'Europa. I genitori dell'Asia orientale tendono ad essere autoritari e “orientati allo sforzo”, mentre i genitori caucasici, nordamericani ed europei tendono ad essere autorevoli e incoraggiano l'indipendenza e l'espressione personale (Stankov, 2010; Boman, 2022). I genitori autoritari esigono obbedienza dai propri figli e sostengono l'uso dell'affermazione del potere per raggiungere gli obiettivi genitoriali, ma mancano di calore emotivo quando interagiscono con i propri figli. Nelle culture occidentali, la genitorialità autoritaria solitamente è associata a un minore adattamento sociale e autoregolamentazione tra i bambini (Dornbusch et al., 1987). Nelle culture dell'Asia orientale, al contrario, la genitorialità autoritaria non è costantemente associata a risultati negativi nei bambini, ma in studi selezionati è stata associata a risultati precoci nello sviluppo e nell'utilizzo delle FE dei bambini e all'adattamento accademico.

Le “influenze sociali” si riferiscono alle caratteristiche e ai comportamenti degli agenti attivi che indirizzano il bambino alla socializzazione, come genitori, nonni e insegnanti, esse sono

rappresentate come un'influenza prossimale sulle capacità di controllo dei bambini; mentre le influenze culturali denotano un sistema più ampio di norme e valori all'interno del quale sono integrate le relazioni e le interazioni caregiver-bambino, la cultura, quindi modera l'associazione tra fattori di socializzazione e capacità di controllo dei bambini. Nel Nord America, i comportamenti genitoriali restrittivi e controllanti sono spesso radicati in visioni negative dei bambini (Smuts & Hagen, 1985). Nell'Asia orientale, al contrario, i comportamenti genitoriali restrittivi e controllanti possono essere visti positivamente, poiché si pensa che riflettano un impegno per la socializzazione familiare e la formazione accademica.

La capacità di controllo è considerata un importante predittore del rendimento accademico poiché le prove esistenti sulle FE e sul rendimento accademico suggeriscono che la FE predice il rendimento accademico (Latzman et al., 2010). Non è stato studiato direttamente se la cultura moderi l'associazione tra comportamenti genitoriali e FE dei bambini, ma è certamente concepibile. In effetti, alcuni studiosi hanno ipotizzato che le culture collettiviste rendano più facile per i genitori trasmettere valori legati al rendimento scolastico e una forte etica del lavoro, proprio perché nelle culture collettiviste c'è un'aspettativa condivisa che i bambini si conformino alle aspettative della famiglia.

1.3.1 Programmi di intervento sulle funzioni esecutive

Successivamente a queste considerazioni, nello studio e nella valutazione delle FE, l'impronta ambientale dovrebbe essere misurata con procedure dotate di maggiore validità ecologica rispetto alle misure dirette di laboratorio standard. Potrebbe anche essere promettente esaminare le interazioni genitore-bambino e/o le interazioni insegnante-bambino nel contesto di queste procedure per far luce su come i caregiver supportano lo sviluppo delle capacità di controllo dei bambini in contesti ecologici.

A tal proposito ci sono proposte di programmi di intervento scolastico che hanno identificato le FE come un potenziale meccanismo per supportare successivamente o contemporaneamente l'apprendimento socio-emotivo o i risultati accademici (Mattera et al., 2021). Essi propongono:

- Interventi focalizzati sul comportamento, che esaminano la relazione tra il clima emotivo e organizzativo dei contesti prescolari e l'autoregolazione dei bambini (Hamre & Pianta, 2005). Difatti, un controllo positivo ma fermo in classe può fornire una base sicura per supportare l'apprendimento e i comportamenti positivi dei bambini. Nei modelli incentrati sul comportamento, gli insegnanti stabiliscono una routine di classe, mettono in atto

strategie disciplinari che stabiliscono confini chiari del comportamento e dell'apprendimento ai bambini. Gli insegnanti possono aiutare a modulare il comportamento e le emozioni dei bambini.

- Interventi di apprendimento socio-emotivo, migliorano la preparazione scolastica socio-emotiva dei bambini e, secondariamente le FE, si basano sulla teoria dell'elaborazione sociale delle informazioni (Crick & Dodge, 1994) e sulla teoria delle emozioni (Izard, 2009). L'elaborazione delle informazioni sociali teorizza che la comprensione delle emozioni da parte dei bambini e le capacità di risoluzione dei problemi sociali aiutino a guidare risposte sociali appropriate ai loro pari, e la teoria delle emozioni presuppone che la capacità di identificare ed etichettare le diverse emozioni aiuta a guidare un'efficace regolazione delle emozioni e supporta le interazioni sociali.
- Interventi che promuovono il gioco e la formazione diretta, mirano maggiormente alle FE dei bambini come risultato primario dell'intervento in età prescolare. Questo approccio prevede che i bambini esercitino direttamente le loro abilità delle FE, attraverso compiti che richiedono l'uso dell'autoregolamentazione, tramite l'utilizzo del gioco come meccanismo per utilizzare la memoria di lavoro per pianificare le azioni gioco interattivo, consentendo ai bambini di spostarsi tra più ruoli e inibire altre risposte nel gioco di ruolo. Tale approccio ha lo scopo di aiutare i bambini a imparare a regolare la loro attenzione e il comportamento e a interagire positivamente con i pari. Un modo diverso di allenare le FE deriva dai programmi di formazione diretta. Questi interventi forniscono ai bambini ripetute opportunità di allenarsi su esercizi o compiti delle FE, teorizzando che i miglioramenti a breve termine nelle prestazioni in un compito di FE si generalizzeranno in miglioramenti più globali nell'autoregolamentazione (Posner et al., 2006).
- Migliorare le capacità cognitive legate alle FE, a differenza degli altri programmi sopra descritti, questi programmi si concentrano sulle abilità cognitive o preaccademiche dei bambini (ad esempio, matematica e lettura) invece che sullo sviluppo socio-emotivo. Sebbene l'obiettivo principale di questi programmi sia il miglioramento dei risultati dei bambini negli ambiti cognitivi, vi sono prove che potrebbero esserci effetti di ricaduta sulle FE. La matematica, ad esempio, è stata vista come uno strumento in grado di migliorare un'ampia gamma di competenze nei bambini, in particolare impegnarsi con concetti matematici, come la risoluzione di problemi e le capacità di sequenziamento, può supportare lo sviluppo della memoria di lavoro e del controllo inibitorio.

1.4 Valutazione diretta e indiretta delle funzioni esecutive

La maggior parte delle misurazioni delle FE sono multidimensionali e come tali indagano molteplici processi cognitivi, esecutivi e non esecutivi. Pertanto, i compiti delle FE generalmente soffrono di impurità (Miyake et al. 2000), in quanto si ritiene che valutino uno specifico processo esecutivo, ma la prestazione dipenda anche da altri processi cognitivi. Un approccio interpretativo più completo è consigliato poiché incorpora: processi quantitativi, qualitativi e processi cognitivi; l'utilizzo combinato di tali metodologie fornisce un quadro più significativo delle prestazioni delle FE del bambino. Di conseguenza, una valutazione completa delle FE richiede la somministrazione di molteplici misure, che valutino collettivamente tutti gli ambiti esecutivi e preferibilmente attraverso diverse modalità. Inoltre, è importante valutare le FE nei bambini in età prescolare (dai 3 ai 6 anni), in casi di sviluppo atipico, in cui l'identificazione della disfunzione esecutiva precoce può favorire l'intervento e la riduzione dei possibili deficit in ambito accademico, emotivo, comportamentale e sociali (Anderson & Reidy 2012).

Le procedure utilizzate per rendere operative le FE in ambito clinico utilizzano misure basate sulla performance (valutazioni dirette) o sul resoconto di terzi (valutazioni indirette). Le misure basate sulle prestazioni implicano procedure standardizzate gestite da un esaminatore e solitamente valutano l'accuratezza e/o il tempo di risposta. Le misure di valutazione di terzi implicano che un informatore riporti le difficoltà nello svolgimento delle attività quotidiane. In teoria entrambi i metodi di valutazione hanno lo scopo di indicizzare lo stesso ampio costrutto mentale sottostante una stessa FE; le ricerche affermano, però, che non è sempre chiaro in che misura la valutazione diretta e indiretta valutino il medesimo costrutto sottostante alla stessa FE (Toplak et al. 2013). I domini, generalmente valutati da questi strumenti, come indici delle FE sono l'aggiornamento (monitoraggio costante e rapida aggiunta/cancellazione dei contenuti della memoria di lavoro), la flessibilità (passaggio flessibile tra compiti o schemi mentali) e l'inibizione (Miyake & Friedman, 2012). Vi sono anche altre componenti chiave delle FE che sono analizzati e ricercati nelle valutazioni, tra cui: il disancoraggio dell'attenzione, il controllo degli impulsi e l'autoregolazione, la capacità di pianificazione e organizzazione di strategie di risoluzione dei problemi (Anderson, 2008).

I test basati sulle prestazioni (valutazioni dirette) vengono somministrati in condizioni altamente standardizzate; la presentazione dello stimolo è attentamente controllata in modo che l'esecuzione del compito sia uguale per ogni soggetto esaminato. Inoltre, le misure delle valutazioni dirette si basano tipicamente sull'accuratezza delle risposte del soggetto in esame: sul tempo di risposta e/o

sulla velocità di risposta. Esistono diverse misure basate sulle prestazioni (valutazioni dirette) delle FE, come ad esempio:

- il *Wisconsin-Card Sorting Test* (WCST; Heaton, Chelune, Talley, Kay & Curtis, 1993), richiede il mantenimento di un insieme di attività, implica l'utilizzo di flessibilità nella risposta al feedback, evitando tendenze perseverative e inibendo una risposta precedente che non è più appropriata;
- il test Stroop (Stroop, 1935), richiede il controllo dell'interferenza e l'inibizione;
- il test di fluidità verbale (Strauss et al., 2006), richiede il mantenimento di un insieme di compiti (generare elementi che si adattano a un particolare criterio o categoria), generare risposte multiple, monitorare ed evitare ripetizioni e utilizzare diverse strategie di recupero.

Considerando ulteriormente gli strumenti delle valutazioni dirette nelle FE, la letteratura riporta che esistono generalmente tre approcci per valutare il controllo dell'attenzione nei bambini in età prescolare: con prove che prevedono il ritardo dei compiti di gratificazione, ciò richiede che il bambino resista (per un periodo di tempo specifico) a una risposta allettante come, ad esempio, mangiare un dolcetto. Paradigmi Go/No-Go che richiedono al bambino di rispondere a stimoli bersaglio ma di inibire la risposta a stimoli non-bersaglio; e infine compiti complessi di inibizione della risposta, in cui il bambino ha bisogno di imparare una nuova regola che implica rispondere in un modo che contrasta con un comportamento precedentemente messo in atto e appreso.

I compiti tradizionali della memoria di lavoro includono, ad esempio, il digit span all'indietro di cifre o di blocchi; in tali prove viene presentata una sequenza di numeri o uno schema di blocchi da ripetere in ordine inverso (Carlson 2005; Garon et al., 2008). Questi compiti sono impegnativi anche per i bambini più grandi e i bambini in età prescolare raramente sono in grado di invertire sequenze di quattro o più cifre. Inoltre, un prerequisito allo svolgimento di queste prove è la comprensione del concetto di "arretrato", e questo dovrebbe essere dimostrato prima di somministrare compiti di richiamo inverso ai bambini.

La flessibilità è la capacità di passare agevolmente tra più set di regole. Le prestazioni nei compiti di flessibilità generalmente richiedono: inibizione per sopprimere l'insieme di regole precedentemente applicate e memoria di lavoro per mantenere in memoria le nuove regole e ricordarsi quando cambiare regole (Chevalier et al., 2012). Il *Dimensional Change Card Sort* è uno strumento di valutazione diretta ampiamente utilizzato per valutare lo spostamento dell'attenzione nei bambini in età prescolare (Zelazo, 2006). Un altro test che è stato utilizzato con successo con i bambini in età prescolare è la Torre di Hanoi (Espy et al., 2001). Questo test ha lo scopo di sfruttare

la capacità di pianificazione e richiede al bambino di spostare tre dischi di dimensioni diverse su tre pioli per ottenere una configurazione specifica.

Prove di valutazione diretta per la FE dell'inibizione sono: il ritardo della gratificazione, in cui il soggetto attende una ricompensa ritardata; il compito di orso e drago, in cui bisogna fare ciò che chiede l'orso e inibire ciò che chiede il drago; il compito giorno-notte, dove bisogna rispondere "notte" all'immagine del Sole e "giorno" all'immagine della Luna (Garon, 2008). Prove dirette frequentemente utilizzate che indagano la FE della pianificazione sono: la torre di Londra (Shallice, 1982) e la torre di Hanoi (Humes et al., 1997).

La validità ecologica di molte valutazioni dirette delle FE è stata messa in discussione, poiché il setting di somministrazione delle prove è generalmente è un ambiente tranquillo, individuale, strutturato con distrazioni minime (Anderson, 1998; Lezak, 2004) e risulta molto diverso dalla maggior parte degli ambienti domestici, scolastici o sociali di vita quotidiana. Inoltre, durante le valutazioni dirette, gli esaminatori generalmente forniscono ai bambini sostegno e incoraggiamento, avviano attività, forniscono struttura e aiutano a mantenere il bambino concentrato sul compito. Secondo queste considerazioni gli studi sulle FE pongono l'accento sull'importanza di raccogliere dati anche da altre fonti di informazione oltre alla valutazione cognitiva diretta, come osservazioni comportamentali a scuola e in altri contesti. Le informazioni fornite dai genitori e dagli operatori scolastici possono aiutare a modellare la valutazione globale, a chiarire i risultati della valutazione sulle FE. Esistono, infatti, questionari validati (valutazioni indirette) che possono aiutare ad acquisire queste informazioni da varie fonti (Isquith et al., 2018).

Il *Behavior Rating Inventory of Executive Function* (BRIEF; Gioia et al., 2000), strumento che permette la valutazione del comportamento delle FE, rivela una serie di comportamenti nei bambini e consente di raccogliere e interpretare informazioni qualitative in un formato standardizzato. È disponibile una versione prescolare del BRIEF, chiamata BRIEF-P (Isquith et al., 2018), con moduli per genitori e insegnanti di scuola dell'infanzia/di infanzia. Il BRIEF-P ha cinque scale denominate: inibizione, shifting, controllo emotivo, memoria di lavoro e pianificazione/organizzazione, che producono tre indici chiamati: autocontrollo inibitorio, flessibilità e metacognizione emergente.

Altre scale di valutazione delle FE rispecchiano più da vicino le misure basate sulle prestazioni, come il *Childhood Executive Functioning Inventory* (CHEXI), che ha solo scale di inibizione e memoria di lavoro (Thorell, Eninger, Brocki & Bohlin, 2010; Thorell & Nyberg, 2008).

Infine, il *Behavior Assessment System for Children* (BASC; Reynolds & Kamphaus, 1992), è stato utilizzato in una varietà di contesti evolutivi e clinici per alcuni decenni, ma solo recentemente un

sottoinsieme di items è stato utilizzato per la valutazione del funzionamento esecutivo quotidiano (Garcia-Barrera et al., 2011).

Dunque, se si ipotizza che le misure basate sulla performance (valutazioni dirette) e quelle basate sulla valutazione di terzi (valutazione indiretta) di una stessa FE valutano lo stesso costrutto generale, allora queste misure dovrebbero essere correlate positivamente. In realtà, lo studio di Toplak e colleghi (2013), ha evidenziato come non sempre le misure basate sulla performance e quelle basate su valutazione di terzi della stessa FE valutano lo stesso costrutto generale. Una possibile spiegazione potrebbe considerare la mancanza di convergenza delle misure basate sulle prestazioni e sulla valutazione di terzi, come risultato di misure che valutano diversi aspetti della FE. Le misure basate sulle prestazioni implicano una notevole struttura e conduzione da parte dell'esaminatore, mentre le misure di valutazione di terzi richiedono pochissima direzione da parte dell'esaminatore e possono essere compilate in quasi totale autonomia.

Una considerazione importante è che non si dovrebbe presumere che le misure delle valutazioni dirette e indirette delle FE catturino lo stesso livello di analisi. Pertanto, queste misure non dovrebbero essere utilizzate in modo intercambiabile come misure parallele della FE nelle valutazioni cliniche. Entrambi gli ambiti di valutazione sono utili e preziosi, ma forniscono diversi tipi di informazioni nel contesto di una valutazione.

CAPITOLO II: LE FUNZIONI ESECUTIVE NELLA SINDROME DI DOWN

2.1 La sindrome di Down

La sindrome di Down è una condizione genetica causata più comunemente dalla trisomia del cromosoma 21, è la causa genetica più comune di disabilità intellettiva. Gli individui con sindrome di Down presentano maggiori difficoltà a livello verbale rispetto alle abilità non verbali (Silverman, 2007). Inoltre, nel dominio verbale, si possono riscontrare migliori capacità ricettive che espressive. Uno studio di Decker e colleghi (2019) ha infatti mostrato che i bambini con sindrome di Down capivano più parole di quelle che sapevano effettivamente pronunciare; dunque, il vocabolario recettivo può essere considerato un punto di forza relativo nei soggetti con sindrome di Down, ma la profondità del loro vocabolario non è equiparabile con quella dei soggetti a sviluppo tipico. Anche l'uso intenzionale della comunicazione, dei gesti e dunque l'uso sociale della comunicazione sembra essere maggiormente funzionale rispetto agli aspetti di sintassi (Abbeduto et al., 2007; Roberts et al., 2007). Per quanto riguarda il dominio spaziale, gli individui con sindrome di Down sono risultati migliori nell'elaborare gli stimoli a livello globale rispetto ad un livello locale. Inoltre, l'integrazione visuo-motoria, valutata con un compito di copia di figure in cui ai partecipanti veniva chiesto di riprodurre una serie di forme a difficoltà crescente, è emersa come punto di forza (D'Souza et al., 2016).

La maggior parte degli studi che hanno descritto il profilo delle FE nella sindrome di Down in modo indiretto riportano le valutazioni sulle FE dei genitori, tramite la somministrazione del BRIEF (Behavior Rating Inventory of Executive Function; Gioia et al., 2000) e BRIEF-P (Behavior Rating Index of Executive Function-Preschool Version; Gioia, Epsy & Isquith, 2003). Da esse si rileva che i bambini con sindrome di Down mostrano problemi maggiori nella memoria di lavoro, nelle abilità di pianificazione e nel controllo inibitorio. Tuttavia, i bambini con sindrome di Down ottengono risultati simili a quelli dei coetanei a sviluppo tipico nel dominio della FE della flessibilità e nel controllo emotivo (Daunhauer et al., 2014). In una ricerca di Loveall e colleghi (2017), che prende in considerazione le valutazioni dei genitori attraverso la compilazione del BRIEF e BRIEF-P, sono emersi i punti di forza e debolezza dagli anni dell'infanzia a quelli dell'adolescenza. I ricercatori evidenziano come i bambini con sindrome di Down dai 2-5 anni mostrano migliori competenze nel controllo emotivo e nella flessibilità, la pianificazione e l'inibizione sono abilità delle FE intermedie, mentre la memoria di lavoro risulta essere la FE più debole. I soggetti dai 6-18 anni presentano migliore controllo emozionale, l'inibizione è intermedia, mentre la memoria di lavoro, il monitoraggio, la pianificazione e la flessibilità sono le aree più deboli. Infine, dalla ricerca di

Loveall e colleghi (2017) risulta come le abilità nelle FE calde fossero migliori rispetto alle FE fredde.

Rowe e colleghi (2006), utilizzando una batteria completa di prove dirette sulle FE, hanno riscontrato che i giovani adulti e gli adulti di mezza età con sindrome di Down hanno dimostrato un profilo unico rispetto agli adulti con altre disabilità dello sviluppo. I test somministrati erano il Weigl Colour-Form Sort Test (Goldstein & Scheerer, 1953) per la FE della flessibilità; la Torre di Londra (Shallice, 1982) e le Matrici progressive di Raven (Raven, 2003) per la pianificazione; il digit e spatial span (De Renzi et al., 1977) per la memoria di lavoro; il compito di picchiettamento (Luria, 1980) per l'inibizione. Lo studio ha evidenziato come i soggetti con sindrome di Down hanno compromissioni maggiore nella fluidità, nella flessibilità cognitiva, nella pianificazione e nell'inibizione rispetto ad un gruppo di soggetti con altre disabilità dello sviluppo.

Dunque, diversi ricercatori hanno concluso che le FE sono un'area di debolezza generale nella sindrome di Down se confrontati con le prestazioni di un gruppo di controllo a sviluppo tipico (Costanzo et al., 2013; Lanfranchi, Jerman, Dal Pont, Alberti e Vianello, 2010; Rowe et al., 2006). Si possono evidenziare prestazioni inferiori delle FE nella sindrome di Down non solo in termini generali, ma anche separatamente per inibizione, flessibilità, soprattutto nella memoria di lavoro e negli aspetti verbali di essa. Pertanto, i risultati delle ricerche confermano la precedente affermazione secondo cui lo sviluppo delle FE è un punto debole per gli individui con sindrome di Down (Tungate & Conners, 2021).

2.2 Precursori delle funzioni esecutive nella sindrome di Down

Le ricerche ipotizzano precursori dello sviluppo delle FE e studiano come essi possano modificare e influenzare lo sviluppo di funzioni cognitive di alto livello in condizioni di sviluppo non tipico, come nella sindrome di Down. È accordo comune che uno dei precursori delle FE con maggiore influenza nello sviluppo sia la capacità di impegnarsi e disimpegnarsi visivamente da uno stimolo target (Kochanska et al., 2000; Johansson et al., 2015). A circa quattro mesi, i bambini a sviluppo tipico sviluppano la capacità di spostare la propria attenzione disimpegnandosi da uno stimolo e orientandosi verso un altro (Johnson et al., 1991). Il disimpegno flessibile e rapido dagli stimoli è un aspetto critico del controllo precoce dell'attenzione ed è predittivo del successivo comportamento di autoregolazione. Lavori recenti hanno dimostrato che i bambini con sindrome di Down mostrano un disimpegno visivo più lento rispetto ai controlli a sviluppo tipico. Si può, dunque, ipotizzare che difficoltà di coinvolgimento visivo e di spostamento dell'attenzione durante

questo primo periodo di sviluppo nella sindrome di Down possono avere implicazioni per lo sviluppo ottimale delle FE (Schworer et al., 2021).

Dunque, identificare gli indicatori precoci delle vulnerabilità che si manifesteranno nello sviluppo delle FE in soggetti con sindrome di Down permette di creare e proporre interventi sempre più mirati e precoci sui precursori delle FE (Fidler & Lanfranchi, 2022).

2.3 Memoria di lavoro nella sindrome di Down

La FE della memoria di lavoro è suddivisa nella componente verbale e nella componente visuo-spaziale (Carretti et al., 2022).

Le revisioni di Connors e colleghi (2011) e Godfrey e Lee (2018) concordano sul fatto che, nel complesso, le prove esistenti suggeriscono che sia la memoria di lavoro verbale che quella non verbale sono aree di debolezza nella sindrome di Down. La memoria a breve termine verbale è un'area debole nella sindrome di Down; Næss e colleghi (2011) hanno condotto una revisione sul linguaggio e sulla memoria a breve termine verbale nella sindrome di Down e hanno incluso studi che hanno esaminato i gruppi con sindrome di Down rispetto ai gruppi a sviluppo tipico. I risultati hanno evidenziato come i partecipanti con sindrome di Down erano circa una deviazione standard inferiore rispetto ai gruppi di controllo. A differenza della memoria a breve termine verbale, la memoria a breve termine non verbale sembra essere in linea con il livello di sviluppo nella sindrome di Down.

In uno studio Lanfranchi, Cornoldi e Vianello (2004) hanno analizzato la FE della memoria di lavoro nei bambini con sindrome di Down, ponendo l'attenzione alla relazione dell'aumento di richiesta di controllo nello svolgimento di compiti di memoria verbale e visuo-spaziale. Hanno creato quattro compiti di memoria di lavoro verbale e cinque compiti di memoria visuo-spaziale che variano nella quantità di controllo richiesta. I risultati hanno evidenziato che le prestazioni della memoria di lavoro possono essere analizzate su una dimensione di controllo richiesto e su una dimensione riguardante le caratteristiche dello stimolo. Lanfranchi e colleghi (2004) riportano che maggiore è il controllo della memoria richiesto e maggiori sono le differenze tra i bambini con sindrome di Down e i gruppi di controlli di bambini a sviluppo tipico. Inoltre, i bambini con sindrome di Down risultano meno compromessi nei compiti di memoria di lavoro visuo-spaziali rispetto ai compiti di memoria di lavoro verbale rispetto ai controlli. Infatti, nella condizione con minore richiesta di controllo (memorizzazione della posizione degli stimoli target) la prestazione dei bambini con sindrome di Down non era deficitaria rispetto ai bambini del gruppo di controllo.

Questo studio permette di sottolineare come le differenze tra i soggetti con sindrome di Down e controlli non possono essere generalizzati a tutti i compiti di memoria di lavoro ma dipendono dalla natura del compito e dalla richiesta di controllo (Lanfranchi et al., 2004).

La performance nei compiti di memoria di lavoro visuo-spaziale è solitamente considerata un punto di forza per gli individui con sindrome di Down. Infatti, diversi ricercatori hanno riferito che le loro prestazioni sono paragonabili a quelle dei bambini a sviluppo tipico di stessa età mentale. La memoria di lavoro visuospatiale si può distinguere in: memoria di lavoro visuo-spaziale simultanea e sequenziale (Pazzaglia & Cornoldi, 1999; Lanfranchi et al., 2009). Esistono, tuttavia, alcuni dati che indicano che il profilo degli individui con sindrome di Down non è omogeneo per quanto riguarda il dominio visuospatiale. Lanfranchi, Carretti, Spanò e Cornoldi (2009), ad esempio, hanno riferito che le prestazioni in compiti spaziali-simultanei erano inferiori in un gruppo di soggetti con sindrome di Down rispetto a un gruppo di controllo a sviluppo tipico, ma paragonabili quando veniva considerato un compito spaziale-sequenziale. In un ulteriore studio di Lanfranchi, Mammarella e Carretti (2014) è stata studiata la memoria di lavoro simultanea in condizioni di singolo compito e doppio compito in soggetti con sindrome di Down rispetto ad un gruppo di controllo di stessa età mentale. Nella condizione di compito singolo, i partecipanti dovevano ricordare un numero crescente di posizioni di quadrati rossi presentati simultaneamente in una matrice; nella condizione di doppio compito, insieme al compito di memoria di lavoro visuo-spaziale simultaneo, ai partecipanti è stato chiesto di svolgere un compito di soppressione articolatorio o un compito di picchiettamento. Le analisi hanno mostrato che nella condizione del compito singolo, gli individui con sindrome di Down hanno ottenuto risultati peggiori rispetto ai bambini a sviluppo tipico, confermando che la FE della memoria di lavoro visuo-spaziale simultanea è un'area relativamente debole nel profilo cognitivo della sindrome di Down (Lanfranchi et al., 2014; Carretti et al., 2013). Infine, nel presente studio sembra che i soggetti con sindrome di Down utilizzino la stessa modalità di codifica dei bambini a sviluppo tipico, infatti le loro prestazioni erano peggiori in entrambe le condizioni di doppio compito rispetto a quella di compito singolo, senza differenza tra la condizione verbale e visuo-spaziale. Ciò porta ad ipotizzare che sia i soggetti con sindrome di Down sia quelli a sviluppo tipico utilizzano sia la modalità verbale che quella visuo-spaziale per codificare le posizioni degli stimoli target presentati simultaneamente (Lanfranchi et al., 2014).

Dunque, vi sono numerose evidenze a sostegno del fatto che i bambini e gli adolescenti con sindrome di Down hanno prestazioni deficitarie, rispetto ai controlli di pari età mentale, in compiti che richiedono memoria di lavoro simultanea, ma non in quelli che richiedono memoria di lavoro

sequenziale, quindi, emergono maggiori difficoltà in compiti in cui si chiede di ricordare posizioni rispetto a quelli in cui si chiede di ricordare sequenze (Lanfranchi et al., 2009; Carretti & Lanfranchi, 2010).

2.4 Inibizione nella sindrome di Down

L'inibizione è un costrutto indagato da molte prospettive nella psicologia cognitiva (Gandolfi et al., 2023) e sta diventando un campo di ricerca attivo anche nello studio dello sviluppo tipico e atipico, permettendo di comprendere sempre meglio i meccanismi cognitivi alla base della FE dell'inibizione e del suo ruolo e della sua influenza nella vita quotidiana del singolo (Kassai et al., 2019).

Lo studio dell'inibizione nelle disabilità intellettive e nello specifico nella sindrome di Down è relativamente recente, molti studi hanno indagato lo sviluppo generale delle FE, di cui l'inibizione ne fa parte (Lanfranchi & Onnivello, 2023). Tale FE viene generalmente considerata come un costrutto unidimensionale e viene indagata con compiti di stroop o di go/no-go, che valutano la componente dell'inibizione della risposta prepotente (Lanfranchi & Onnivello, 2023).

Le ricerche sulle singole FE evidenziano come l'inibizione potrebbe non essere in linea con il livello di sviluppo nella sindrome di Down. Uno studio di Borella, Caretti e Lanfranchi (2013) ha riferito che gli adolescenti con sindrome di Down mostrano un indice di interferenza più elevato nel compito Stroop sugli animali, nonché nei compiti che misuravano le intrusioni di memoria e l'inibizione del distrattore, rispetto a un gruppo di controllo a sviluppo tipico di stessa età mentale.

In uno studio Borella, Carretti e Lanfranchi (2013) hanno indagato se gli individui con sindrome di Down presentano deficit specifici o generali nei processi inibitori; hanno utilizzato compiti che misuravano l'inibizione della risposta prepotente (Stroop animali), l'interferenza proattiva (errori e intrusioni) e la risposta a distrattori (compito di dimenticanza diretta), abbinati a un test di memoria di lavoro verbale, in un gruppo di soggetti con la sindrome di Down e un gruppo di controllo a sviluppo tipico di stessa età mentale. I risultati hanno evidenziato una difficoltà generalizzata nel gruppo dei soggetti con sindrome di Down nel sopprimere informazioni che sono irrilevanti, o non più rilevanti, per gli obiettivi del compito. Ulteriore evidenza è che i soggetti con la sindrome di Down sono meno capaci di sopprimere le informazioni non pertinenti al fine di preservare la loro capacità di memoria di lavoro, rispetto al gruppo di controllo. Riportano anche un aumento degli errori di intrusione, ciò potrebbe indicare una difficoltà a mantenere la memoria di lavoro libera da informazioni irrilevanti, con ricadute negative sulla FE della memoria di lavoro, questo effetto a

cascata potrebbe portare a spiegare la limitata capacità di memoria di lavoro nella popolazione tipica dei soggetti con sindrome di Down (Borella et al., 2013).

Pochi studi hanno indagato le sottocomponenti inibitorie nei soggetti con sindrome di Down, a tal proposito lo studio di Fontana e colleghi (2021) indaga la soppressione delle interferenze attraverso processi globali-locali con l'utilizzo del compito di Navon; gli stimoli consistono tipicamente in una lettera grande (globale) composta da lettere più piccole (locali) che possono essere uguali (condizione congruente) o diverse (condizione incongruente). La capacità di sopprimere le informazioni irrilevanti è cruciale per l'elaborazione globale-locale degli stimoli target (Krakowski et al., 2018). È emerso che i soggetti con sindrome di Down, rispetto ad un gruppo di controllo a sviluppo tipico, hanno capacità inibitorie significativamente inferiori. I risultati dello studio di Fontana e colleghi (2021) indicano che il gruppo dei soggetti con sindrome di Down ha commesso più errori locali e quando veniva chiesto di nominare il target nella condizione locale-incongruente, loro erroneamente nominavano quella globale. Inoltre, il gruppo dei soggetti con sindrome di Down ha tempi di reazione più lenti rispetto al gruppo di controllo. Tipicamente i soggetti con sindrome di Down vengono considerati "processori globali" poiché hanno abilità migliori nella codifica generale di uno specifico stimolo target, rispetto alla codifica delle features locali. A sostegno di ciò, in uno studio Bellugi (2000), utilizzando sempre il compito di Navon che prevedeva la copia di stimoli target, ha scoperto che i soggetti con sindrome di Down potevano riprodurre la lettera giusta quando si concentravano sulla configurazione globale, ma facevano errori quando dovevano copiare la lettera nella configurazione locale.

Infine, considerando la FE dell'inibizione in un'ottica multicomponentiale che distingue FE hot e FE cool, l'aspetto hot, elicitato in contesti che suscitano un'attivazione motivazionale ed emotiva, risulta debole nei soggetti con sindrome di Down, ad esempio tendono ad avere difficoltà maggiori nel posticipare una gratificazione (Daunhauer et al., 2020).

Si evince che la FE dell'inibizione è complessa e articolata, influenza ed è influenzata da svariate altre abilità cognitive, il suo recente studio nella ricerca non permette di definire un profilo omogeneo nel periodo dello sviluppo tipico e atipico; svariati ambiti dovranno ancora essere presi in considerazione per permettere una comprensione sempre più completa di questa importante FE. Importante è il contesto in cui viene presa in considerazione tale FE, è necessario porre attenzione alle caratteristiche e alla complessità del compito, al contesto emotivo-ambientale di indagine (Lanfranchi & Onnivello, 2023).

2.5 Flessibilità nella sindrome di Down

Prendendo in considerazione la FE della flessibilità, la letteratura riporta che i soggetti con sindrome di Down ottengono risultati migliori rispetto ai coetanei con autismo (Dawson et al., 1998), ma meno buoni rispetto ai bambini a sviluppo tipico e ai bambini con la sindrome di Williams (Edgin, 2003). Lo studio di Costanzo e colleghi (2013) riporta che gli adulti con sindrome di Down hanno eseguito un compito di flessibilità con maggiori difficoltà rispetto a un gruppo di confronto di adulti con la sindrome di Williams e a un gruppo di confronto a sviluppo tipico con stessa età mentale.

Considerando studi con valutazioni dirette che utilizzano compiti di ordinamento delle carte hanno generalmente dimostrato che i partecipanti con sindrome di Down hanno mostrato maggiori difficoltà rispetto ai gruppi di confronto corrispondenti a sviluppo tipico nella FE della flessibilità (Lanfranchi et al., 2010; Phillips, Conners, Merrill & Klinger, 2014).

In ricerche, invece, che utilizzano la valutazione indiretta delle FE con il BRIEF-P (Behavior Rating Index of Executive Function-Preschool; Gioia, Epsy & Isquith, 2003) si rileva che i bambini con sindrome di Down ottengono risultati simili a quelli dei coetanei con stessa età mentale nel dominio della FE della flessibilità, dunque nell'abilità di risolvere in modo flessibile i problemi e di cambiare compito in contesti quotidiani. La FE della flessibilità sembra non essere un'area di sfida pronunciata durante l'infanzia, tuttavia, sembra diventare un'area di difficoltà più evidente nell'adolescenza e nell'età adulta della popolazione con sindrome di Down (Loveall et al., 2017; Tungate & Conners, 2021; Tomaszewski et al., 2018).

Onnivello e colleghi (2021) esaminando il comportamento adattivo e le FE in soggetti con sindrome di Down hanno utilizzato gli strumenti di valutazione indiretta del BRIEF (Gioia et al., 2000) e la versione prescolare, il BRIEF-P (Gioia et al., 2003). Gli strumenti valutativi sono stati somministrati ai genitori di soggetti con sindrome di Down di età compresa tra i 3 e 16 anni. Successivamente ad un confronto tra i due gruppi, si rileva un risultato significativo di differenza nella FE della flessibilità: il gruppo di soggetti di età compresa tra i 7-16 anni (BRIEF) riporta punteggi più alti, dunque una debolezza maggiore rispetto al gruppo di età compresa tra i 3-6 anni e 11 mesi (BRIEF-P). Un'ulteriore ricerca che ha utilizzato il BRIEF-P (Lee et al., 2011), riporta dall'analisi dell'indice di flessibilità (scala flessibilità + scala controllo emotivo) che i punteggi dei soggetti con sindrome di Down non erano significativamente più alti del gruppo di controllo a sviluppo tipico; ciò conduce i ricercatori a ipotizzare che, in questa giovane fascia di età che hanno preso in esame (circa 6 anni), le difficoltà in questo dominio delle FE non supera il deterioramento cognitivo complessivo di questa specifica popolazione a sviluppo atipico.

Dunque, considerando la caratteristica mutevole della FE della flessibilità nell'arco di vita, è importante porre attenzione nell'interpretazione dei risultati delle valutazioni dirette e indirette, poiché la flessibilità può esprimersi come una sfida potenziale per le persone con sindrome di Down nelle fasi evolutive dello sviluppo. Di conseguenza, le ricerche che prendono in considerazione i profili cognitive e funzionali dei bambini devono interpretare queste differenze come riflessi di specifiche fasce di età; risulta necessario, quindi, mantenere il focus globale sulla natura mutevole ed eterogenea di tale FE (Loveall et al., 2017).

2.6 Pianificazione nella sindrome di Down

La FE della pianificazione è stata trattata nello studio di Fidler e colleghi (2005), è stato esplorato se i bambini piccoli con sindrome di Down mostrino deficit nella prassi che influiscono sulle attività della vita quotidiana e se questi deficit siano specifici della sindrome di Down. Hanno confrontato le prestazioni di bambini piccoli con sindrome di Down e un gruppo di bambini della stessa età mentale con disabilità dello sviluppo di eziologia mista o sconosciuta e un gruppo di neonati e bambini piccoli con sviluppo tipico su compiti pratici e comportamento adattivo generale. I ricercatori hanno proposto compiti prassici e il compito di recupero dell'oggetto, in cui il bambino doveva afferrare un oggetto posizionato sotto una scatola di plastica trasparente tramite un'apertura sul lato della scatola che veniva ruotata ad ogni somministrazione. Il fine ultimo dello studio nel compito di recupero dell'oggetto (Fidler et al., 2005) era quello di indagare le strategie di raggiungimento e di valutare le strategie di pianificazione utilizzate dai bambini con sindrome di Down per recuperare l'oggetto. I bambini con sindrome di Down hanno ottenuto risultati inferiori rispetto ai gruppi di confronto. I bambini con sindrome di Down avevano strategie di raggiungimento meno efficienti ed erano più propensi a mostrare risultati inefficaci e cambiamenti di posizione che non fornivano loro informazioni aggiuntive per migliorare il raggiungimento dell'oggetto. Spesso, i bambini con sindrome di Down dovevano ottenere una mappa visiva diretta dell'accesso, come se non potessero muovere la mano in un percorso diverso da quello del loro angolo visivo. Questi risultati potrebbero suggerire che i bambini piccoli con sindrome di Down abbiano difficoltà nella prassi indipendentemente dai problemi motori complessivi, e che potrebbero non utilizzare le informazioni percettive per pianificare la loro strategia di raggiungimento con la stessa efficacia dei bambini a sviluppo tipico (Fidler et al., 2005).

Si osservano differenze tra la popolazione di soggetti con sindrome di Down e il gruppo di controllo a sviluppo tipico in un compito che implica la FE della pianificazione nelle dimensioni della produzione e del completamento di una strategia di raggiungimento di un giocattolo posto sotto una

stoffa. Le differenze tra i gruppi evidenziano che i bambini con sindrome di Down sono meno efficienti nell'esecuzione della strategia rispetto ai bambini con sviluppo tipico. Una minore efficienza nelle capacità di pianificazione precoce nei bambini piccoli con sindrome di Down può provocare effetti a cascata sullo sviluppo dell'efficienza di pianificazione successiva ed è probabile che giochi un ruolo nella formazione del comportamento diretto agli obiettivi nei bambini con sindrome di Down. Dunque, nel gruppo dei soggetti con sindrome di Down, le capacità motorie e l'elaborazione sensoriale sono associate all'efficienza della FE della pianificazione (Schworer et al., 2020).

2.7 Funzioni esecutive e altri domini dello sviluppo nella sindrome di Down

Come nello sviluppo tipico, anche nella sindrome di Down le FE sono associate ai risultati accademici, alla capacità di indipendenza e alla qualità della vita del singolo (Schworer et al., 2021; Will et al., 2016).

Per esempio, lo studio di Will e colleghi (2016) ha dimostrato che aspetti della memoria di lavoro e dell'inibizione sembrano svolgere un ruolo predominante nel collegamento tra le FE e risultati accademici in un gruppo di bambini con sindrome di Down, in particolare nelle dimensioni accademiche della prima alfabetizzazione e della matematica. Lo studio delle FE permette di comprendere quali siano le componenti che ostacolano il benessere del soggetto con sindrome di Down lungo l'intero arco di vita. Prendendo in considerazione gli anni di scolarità di acquisizione di conoscenze e competenze, si evince come le sfide nell'area della memoria di lavoro e del comportamento diretto agli obiettivi nella sindrome di Down, evidenzino associazioni tra le FE e risultati accademici. A tal proposito sia nell'alfabetizzazione precoce sia nei fondamenti di matematica, può essere favorevole all'ideazione di approcci didattici e di intervento utili a migliorare i risultati educativi in questa popolazione specifica (Fidler & Nadel, 2007).

Uno studio che prende in considerazione le valutazioni delle insegnanti di studenti di età scolare con sindrome di Down ha evidenziato difficoltà in attività cognitive comportamentali: rispetto delle convenzioni sociali, comunicazione funzionale, rispetto direttive degli adulti e regole scolastiche, sensibilizzazione alla cura della persona, interazione positiva, sicurezza e regolazione del comportamento (Daunhauer et al., 2014). L'area della sicurezza è stata segnalata come una delle più critiche, essa comprendeva task come: "Mantiene gli oggetti non sicuri fuori bocca", "Identifica un incidente o una situazione di emergenza e lo segnala a un insegnante o a un adulto" e "Riconosce aree e situazioni pericolose e adegua il comportamento di conseguenza" (Daunhauer et al., 2014). I risultati evidenziano inoltre che le difficoltà nei compiti di sicurezza per gli studenti con sindrome

di Down sono in linea con il comportamento riportato dai genitori dei bambini di 5 anni con sindrome di Down in seguito alla compilazione del Pediatric Evaluation of Disability Inventory (Dolva et al., 2004), strumento che misura la prestazione funzionale nella vita di tutti i giorni.

2.8 Valutazione diretta e indiretta delle funzioni esecutive nella sindrome di Down

Non esiste una misura univoca e globale per le FE nel primo sviluppo (Berry-Kravis et al., 2013; Carlson, 2005; Garon et al., 2008).

A livello di valutazioni indirette nella sindrome di Down sono maggiormente usati i questionari BRIEF-P (Behavior Rating Index of Executive Function-Preschool version [BRIEF-P]; Gioia, Espy, & Isquith, 2003) e BRIEF (Behavior Rating Index of Executive Function; [BRIEF] Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2000) somministrati ai genitori – caregivers e/o agli insegnanti (Lee et al., 2011; Daunhauer et al., 2014; Lee et al., 2015).

Il gruppo di ricerca Daunhauer e colleghi (2017) hanno valutato e analizzato le misure delle FE basate su valutazioni dirette (prestazioni) in bambini con sindrome di Down, utilizzando i seguenti compiti:

Compito di memoria di lavoro/inibizione: pony e alligatore, un compito che ricorda il "Simon Says", si chiede ai partecipanti di ricordare di fare ciò che il pony amichevole comandava e di non fare ciò che il burbero alligatore dice (Carlson, 2005; Flynn, 2007; Garon et al., 2008; Kochanska et al., 1996; Murray & Kochanska, 2002); questo compito è risultato adatto a questa popolazione in quanto evita i problemi di pianificazione motoria associati al profilo della sindrome di Down (Fidler et al., 2005). Inoltre, nella somministrazione del compito è stata ridotta la richiesta di linguaggio ricettivo incorporando azioni familiari (ad esempio, "dare un bacio" e "salutare").

Compito di controllo inibitorio – merenda, in questo compito di ritardo, l'esaminatore chiede ai partecipanti di aspettare fino al suono della campanella per recuperare una ricompensa commestibile (ad esempio, un cracker al formaggio) da sotto una tazza trasparente posta alla portata del bambino (Carlson 2005; Carlson, Mandell, & Williams, 2004). Sono state effettuate 4 prove con ritardi di 5, 10, 20 e 15 secondi (Carlson, 2005; Carlson, Mandell, & Williams, 2004; Kochanska, Murray, & Harlan, 2000). L'esaminatore ha ricordato brevemente al bambino la regola a ogni prova.

Spostamento/flessibilità cognitiva: DCCS, in questo compito di cambio di regole, gli esaminatori hanno chiesto ai partecipanti di abbinare una carta a un bersaglio (per esempio, barca blu, coniglio rosso). In due prove didattiche, l'esaminatore ha poi chiesto al bambino di abbinare le carte a una dimensione (colore o forma) (Zelazo, & Jacques, 1997).

Pianificazione-generatività, per valutare la pianificazione, ai partecipanti è stato chiesto di giocare con una serie di oggetti dal valore ludico, gli oggetti comprendevano: scovolini, perline di legno, monete giocattolo, nastri, mini involucri di cupcake, cannucce, mini pompon, perline di plastica, bastoncini colorati, fogli di carta con fori lungo il perimetro e cordoncini. La codifica per questo progetto si è concentrata sul fatto che il gioco con gli oggetti del bambino riflettesse la pianificazione di oggetti nuovi (Fidler et al., 2014).

Altri compiti utilizzati nella ricerca per indagare le FE nella sindrome di Down sono: il Verbal and visuo-spatial dual tasks (Lanfranchi et al., 2004) per valutare la memoria di lavoro; il Rule Shift Card Test – (Wilson et al., 2004) e il Modified Card Sorting Test (Nelson, 1976) per la flessibilità e il Tower of London (Shallice, 1982) per la pianificazione.

Un esempio di compito di inibizione per i bambini è il compito di Stroop giorno-notte (Gerstadt, Hong, & Diamond, 1994). In questo compito, ai partecipanti viene chiesto di dire “giorno” quando viene loro presentata una carta nera con sopra una luna; e viene loro chiesto di dire "notte" quando viene loro presentata una carta bianca con sopra un sole. Per svolgere bene il compito, i partecipanti devono inibire le risposte prepotenti (“giorno” per il sole e “notte” per la luna) per dare la risposta opposta.

Per la flessibilità, è spesso usato il Modified Card Sorting Test (Nelson, 1976). Queste attività richiedono ai partecipanti di ordinare un set di carte o gettoni in base a una dimensione (ad esempio, colore) e poi passare all'ordinamento su una dimensione diversa (ad esempio, forma).

La presentazione precoce delle FE nei bambini piccoli con sviluppo tipico è stata spesso misurata con il compito A-non-B, che prevede l'uso precoce della flessibilità cognitiva, dell'inibizione e della memoria di lavoro (Diamond, 1985). L'attività A-non-B è un'attività di ricerca della posizione che richiede al bambino di spostare la posizione di ricerca tra le prove. Bambini con sviluppo tipico tra gli otto e dodici mesi iniziano a superare il compito A-non-B senza errori (Diamond, 1985), ma si sa poco riguardo alle norme per la performance in questo compito nei bambini con sindrome di Down. Esistono prove che, negli anni prescolari, i bambini piccoli con sindrome di Down ottengono risultati comparabili a quelli senza sindrome di Down a parità di sviluppo.

Dunque, la valutazione delle FE è tanto importante per i bambini a sviluppo tipico quanto per i bambini con sindrome di Down. Una valutazione di tali aree cognitive può permettere la presa in carico da esperti in tempi molto precoci, al fine di sopperire con ogni mezzo possibile alle difficoltà e alle mancanze di cui la sindrome è caratteristica. Avendo una conoscenza solida sui meccanismi e i processi che supportano e implementano lo sviluppo delle FE si può ragionare e sviluppare programmi di intervento precoci di screening e di potenziamento delle stesse FE. A tal proposito

l'area di ricerca che indaga la correlazione tra strumenti di valutazione diretta e indiretta nella popolazione della sindrome di Down è in via di sviluppo. Lo studio delle correlazioni di tali strumenti permetterebbe di creare programmi di potenziamento delle FE, strumenti valutativi sempre più efficaci.

CAPITOLO III: METODO

3.1 Obiettivi e domande di ricerca

Il presente elaborato ha l'obiettivo di indagare le possibili relazioni tra valutazione diretta e indiretta delle FE nella popolazione dei bambini di età prescolare con sindrome di Down. Come descritto nel primo capitolo, la letteratura riguardo la relazione tra valutazioni dirette e indirette delle FE nello sviluppo tipico è contrastante, ad oggi non sono state trovate forti correlazioni (Toplak et al., 2013). Ancora minori sono le ricerche presenti sullo studio di tale relazione nella popolazione di soggetti con sindrome di Down. Dunque, in virtù di questi presupposti, gli obiettivi di questo lavoro sono:

1. L'analisi delle correlazioni tra strumenti diretti e indiretti che valutano le FE nelle scale di memoria di lavoro, inibizione, flessibilità e pianificazione in bambini con sindrome di Down, al fine di verificare se valutano gli stessi costrutti
2. Lo studio delle possibili correlazioni tra diversi strumenti indiretti che valutano le FE in modo diverso (BRIEF e EEFAQ)
3. L'analisi delle possibili correlazioni tra strumenti diretti che valutano la stessa FE

I dati presi in considerazione per le analisi rientrano in un più ampio progetto di ricerca finalizzato allo studio del potenziamento delle FE in bambini con sindrome di Down di età prescolare; il progetto in questione si chiama EXPO (EXecutive function Play Opportunities), frutto della collaborazione dell'Università degli Studi di Padova e della Colorado State University. Tale lavoro è coordinato dalla Professoressa Silvia Lanfranchi, Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione, e la Professoressa Deborah Fidler, Department of human development and family studies. La peculiarità che presenta il progetto EXPO è la pianificazione di attività quotidiane che il bambino svolge in ambiente ecologico, ovvero casa propria con la supervisione e la partecipazione attiva del caregiver di riferimento. La durata del programma è di 12 settimane, durante le quali la famiglia è supervisionata settimanalmente da un esperto di Psicologia dello sviluppo atipico, il quale guida e supporta la famiglia nella scelta e nella gestione delle attività proposte dal programma. Le attività hanno l'obiettivo di potenziare gradualmente una FE alla volta: inizialmente il bambino lavora su attività di base, successivamente su attività di memoria di lavoro, inibizione, flessibilità e pianificazione.

La struttura completa del progetto EXPO prevede:

- Una valutazione pre-trattamento, in cui vengono valutate le FE dei bambini tramite una batteria di 7 prove dirette che verranno descritte successivamente. Inoltre, ai genitori

vengono somministrati questionari di indagine sul comportamento adattivo (ABAS), sulle FE (BRIEF-P e EEFAQ) e screening dei ritardi dello sviluppo (DP-4)

- 12 settimane di intervento con lo svolgimento delle attività EXPO condotte dai genitori con supervisione settimanale di un esperto membro del team di ricerca
- Una valutazione post-trattamento in cui vengono somministrate le stesse prove dirette ai bambini e gli stessi strumenti di valutazione indiretta ai genitori

Ai fini di indagine e di analisi del presente elaborato i dati analizzati saranno quelli relativi alle prove del BRIEF-P, EEFAQ e delle 7 prove dirette somministrate durante la fase di pre-trattamento del progetto pilota per la verifica della fattibilità del programma EXPO.

3.2 Partecipanti

I partecipanti del progetto EXPO comprendono bambini italiani e americani, reclutati e valutati rispettivamente dall'Università degli Studi di Padova e della Colorado State University. Il campione totale vede 20 bambini italiani e 18 bambini americani con la sindrome di Down. I partecipanti considerati in questo elaborato sono, però, 20 bambini italiani e 13 americani, per un totale di 33 bambini con la sindrome di Down, di cui 17 maschi e 16 femmine. Viene preso in esame un numero minore di soggetti poiché dei 5 bambini americani esclusi mancano ancora delle prove da somministrare, dunque, si è preferito analizzare un campione minore di soggetti avente, però, tutte le prove dirette e indirette somministrate.

L'età cronologica dei partecipanti del campione in esame varia da 3 anni (36 mesi) a 7 anni e 9 mesi (93 mesi) con una media di 65 mesi (sd = 15). (Tab. 3.1)

Tabella 3.1

Statistiche descrittive (Media, Deviazione Standard, Minimo e Massimo) dell'età cronologica del campione di 33 bambini con sindrome di Down

		M (mesi)	Sd (mesi)	Min (mesi)	Max (mesi)
Pre-trattamento	Età cronologica	65	15	36	93

3.3 Strumenti

La valutazione delle FE del campione nella fase pre-trattamento di questo studio prevede la somministrazione sia strumenti di valutazione diretta sia indiretta. Ai genitori dei bambini coinvolti nella ricerca sono stati somministrati il Behaviour Rating Inventory of Executive Function – Preschool Version (BRIEF-P; Gioia, Espy & Isquith, 2003) e l'Early Executive Functions Questionnaire (EEFQ; Hendry & Holmboe, 2020). Questi questionari consentono di ottenere una valutazione indiretta del funzionamento esecutivo dei bambini di età prescolare con sindrome di Down nei contesti di vita quotidiana. Le prove dirette, invece, sono state somministrate ai bambini, esse consentono una valutazione delle FE tramite la somministrazione di 7 prove differenti. Tale batteria di prove dirette sono state appositamente ideate dal gruppo di ricerca della Prof.ssa Fidler presso la Colorado State University per lo studio in contesti di laboratorio delle FE nella popolazione di soggetti con sindrome di Down.

3.3.1 Behaviour Rating Inventory of Executive Function – Preschool Version

Un primo strumento di valutazione indiretta che è stato somministrato ai genitori dei bambini di questo studio pilota è la versione per il genitore del Behaviour Rating Inventory of Executive Function – Preschool Version (BRIEF-P; Gioia, Espy & Isquith, 2003), un questionario finalizzato a valutare il livello di disfunzione esecutiva nei bambini di età prescolare dai 2 anni – 5 anni e 11 mesi che consente di valutare le FE implicate in contesti naturali, a casa e a scuola. Si è scelto di somministrare la versione Preschool nonostante le età cronologiche di alcuni bambini siano superiori ai 5 anni e 11 mesi, poiché trattandosi di una popolazione con disabilità intellettiva, le abilità dei partecipanti sono più simili a quelle dei bambini a sviluppo tipico con età cronologica inferiore (circa la metà).

Il BRIEF-P è composto da 63 item distinti in 5 scale che misurano aspetti diversi delle FE:

- Inibizione (IN): controlla impulsi e comportamenti, interrompe e modula il proprio comportamento in maniera adeguata al momento opportuno o nel contesto appropriato
- Shift (SH): corrisponde alla flessibilità, misura la capacità di spostare il focus attentivo da un'attività ad un'altra, di muoversi con flessibilità in diverse situazioni e di risolvere i problemi in maniera flessibile
- Regolazione delle emozioni (RE): valuta come il soggetto modula le risposte emotive in modo appropriato alle richieste situazionali o al contesto

- Memoria di lavoro (ML): misura la capacità di trattenere a mente le informazioni necessarie allo svolgimento di un compito richiesto, consente di mantenere attiva l'informazione rilevante al fine dell'esecuzione di un'attività
- Pianificazione/Organizzazione (PO): valuta l'abilità nel prevedere situazioni o conseguenze future, definisce obiettivi o modalità per regolare il comportamento in un determinato contesto

Le cinque scale compongono tre indici:

- Indice di autocontrollo inibitorio (ISCI): rappresenta l'abilità di modulare azioni, risposte, emozioni e comportamento attraverso un adeguato controllo inibitorio. L'indice è composto dalle scale di inibizione e regolazione delle emozioni
- Indice di flessibilità (FI): rappresenta l'abilità di modulare in modo flessibile azioni, risposte, emozioni e comportamenti. È composto dalle scale shift e regolazione delle emozioni
- Indice di metacognizione emergente (EMI): è l'abilità di iniziare, pianificare, organizzare, realizzare e sostenere un problem solving per raggiungere un obiettivo; rappresenta la capacità di orientare cognitivamente in modo autonomo le attività e di utilizzare le informazioni in memoria di lavoro al fine di indirizzare il comportamento. È composto dalle scale di memoria di lavoro e pianificazione/organizzazione
- Indice composito esecutive globale (GEC): è un punteggio di sintesi che incorpora le 5 scale del BRIEF-P

I punteggi che riporta questo strumento di valutazione indiretta per ciascun item sono: M – Mai; Q- Qualche volta; S – Spesso. I genitori che hanno compilato il questionario dovevano, quindi, indicare la frequenza con cui le difficoltà nelle specifiche aree delle FE si manifestano tramite nella vita quotidiana. In fase in analisi dati, alle risposte segnate (M, Q, S) viene attribuito un punteggio da 1 a 3. Ai fini di questo studio sono stati presi in considerazione i punteggi grezzi ottenuti nelle cinque scale sopra descritte (IN, SH, RE, ML, PO).

3.3.2 Early Executive Functions Questionnaire

Il secondo strumento di valutazione indiretta somministrato ai genitori è l'Early Executive Functions Questionnaire (EEFQ; Hendry & Holmboe, 2020), composto da 31 domande riguardanti le abilità di controllo cognitivo e di regolazione del temperamento che indagano le FE dei bambini di età prescolare e valutano con quale frequenza tali situazioni si verificano.

La compilazione del questionario prevede la risposta a 28 domande, a cui il genitore per rispondere deve fare riferimento alle attività e ai comportamenti del bambino messi in atto nelle due settimane precedenti alla valutazione; inoltre, l'EEFQ prevede lo svolgimento di 3 giochi che il genitore deve fare con il bambino per poter rispondere alle altre domande mancanti del questionario. Per ridurre i tempi di somministrazione in questo studio sono state prese in considerazione solo le 28 domande che non prevedevano lo svolgimento di nessun gioco. Il genitore ha la possibilità di rispondere con una scala che include: mai (1), molto raramente (2), meno della metà delle volte (3), circa la metà delle volte (4), più della metà delle volte (5), quasi sempre (6), sempre (7), non applicabile (NA). La risposta "NA - non applicabile" viene utilizzata quando durante le ultime due settimane non è stato visto il bambino coinvolto nella situazione descritta. A differenza del BRIEF-P, nella compilazione dell'EEFQ viene chiesto al genitore di rispondere ad alcune domande rispetto ai comportamenti del bambino messi in atto nella vita quotidiana in alcune situazioni specifiche e in un tempo ben definito, nelle due settimane precedenti la valutazione.

Il questionario dell'EEFQ è costituito da 4 scale:

- Inhibitory Control Scale (IC): scala di Controllo Inibitorio
- Flexibility Scale (FX): scala di Flessibilità
- Working Memory Scale (WM): scala di Memoria di Lavoro
- Regulation Scale (RG): Scala di Regolazione Emotiva

Lo strumento di valutazione indiretta indaga, dunque, aspetti specifici delle FE, come: la capacità di controllare le risposte comportamentali impulsive, adattarsi alle situazioni nuove con flessibilità, mantenere le informazioni in memoria di lavoro e regolare il proprio comportamento e le emozioni in base ai contesti sociali. La combinazione dei punteggi ottenuti da queste scale contribuisce a formare il punteggio totale (TOTAL) dell'EEFQ, che fornisce una valutazione complessiva del grado di abilità esecutive del bambino. Per le analisi del presente elaborato sono stati utilizzati i punteggi grezzi ricavati dalla media dei punteggi ottenuti in ogni item per ogni scala, escludendo gli item in cui è stata indicata la risposta "non applicabile (NA)".

3.3.3 Strumenti di valutazione diretta

Come introdotto all'inizio del capitolo i dati delle prove dirette presi in considerazione derivano dalla somministrazione di una batteria di 7 attività che valutano le FE nei bambini prescolari con sindrome di Down. Vengono proposte 2 prove per la memoria di lavoro, 2 prove per l'inibizione, 1 prova per la flessibilità e 2 prove per la pianificazione, rispettivamente sono:

- Memoria di lavoro: Nascondino e Tre garage

- Inibizione: Divieto bacchetta con i brillantini e Divieto bastone della pioggia
- Flessibilità: Categorizzazione inversa semplificata
- Pianificazione: Recupero di oggetti e Creatività

Di seguito verranno descritte le attività proposte; ai fini del presente elaborato, nelle analisi, si considerano solo 6 attività di 7, poiché l'attività della pianificazione – Creatività – è incompleta, mancano delle somministrazioni di essa nel gruppo dei bambini americani. Per avere un campione il più omogeneo possibile, è stato scelto di non prendere in considerazione questa attività.

3.3.3.1 Memoria di lavoro – Tre garage (Devine et al., 2019; Pinks et al., 2023)

L'attività prevede che il bambino trovi le macchinine nascoste in alcuni garage giocattolo in tre set di gioco; il colore della porta di ciascun garage coincide con quello della macchinina contenuta al suo interno.

I bambini non aprono fisicamente i garage ma indicano all'esaminatore la porticina dove ritengono ci sia nascosta la macchinina. La somministrazione prevede dapprima un set di prova al fine di verificare che il bambino abbia compreso la consegna del compito correttamente. L'esaminatore presenta al bambino le 3 macchinine (rossa, verde e blu) e incoraggia il bambino a parcheggiarle all'interno del garage, abbinando per colore le porte e le macchinine. In seguito alla chiusura delle porte del garage, si chiede al bambino di indicare una porta per trovare una macchinina; così di seguito fino a trovare tutte e 3 le macchinine o al raggiungimento della regola di stop di 3 errori o risposte non date. Quando il bambino trova una macchinina, l'esaminatore estrae la macchinina dal garage e la lascia fuori da parte, lasciando una porta del garage vuota e richiudendo subito quest'ultima. In questa attività la memoria di lavoro viene testata poiché il bambino deve ricordarsi la posizione delle macchinine già trovate e non commettere l'errore di indicare una porta del garage vuota.

Successivamente al set di prova, l'attività si compone di 3 set: nel primo e secondo set viene utilizzato un solo garage con 3 macchinine e 3 porte, mentre nel terzo set viene aggiunto un secondo garage con 3 macchinine e 3 porte arrivando ad avere in totale 6 macchinine da ricercare. In tutti i set viene utilizzato un elemento distrattore, uno schermo bianco che viene posizionato tra il bambino e le porte dei garage che viene rimosso quando al bambino viene richiesto di cercare una macchinina. Se i bambini trovano tutte le macchinine del set senza raggiungere la regola di interruzione di 3 errori o non risposte consecutive si può procedere con la somministrazione del set successivo.

Il punteggio dello scoring del compito "Tre Garage" è stato attribuito calcolando il numero di risposte corrette (quando il bambino indica un garage che non ha mai indicato in precedenza) e il numero di risposte scorrette (quando il bambino indica un garage che aveva già aperto in precedenza). Un indice

di perseverazione è stato calcolato dividendo il numero totale di risposte scorrette per il numero totale di macchinine che il bambino ha avuto l'opportunità di ricercare. La ricerca della macchinina in uno stesso garage è stata interpretata come un mancato mantenimento dell'informazione nella memoria di lavoro.

3.3.3.2. Memoria di lavoro – Nascondino (Johansson et al., 2015)

L'attività del Nascondino consiste nel trovare l'autobus nascosto sotto un bicchiere; è presente anche in questo caso un item di prova in cui viene posizionato davanti al bambino un vassoio di plastica con sopra 3 bicchieri di colore diverso (arancione, rosso, blu) posizionati a testa in giù. L'esaminatore dapprima nasconde l'autobus sotto un bicchiere e chiede al bambino di indicarli la posizione esatta in cui è stato nascosto l'autobus. Successivamente la prova prevede 4 set possibili, in cui nel primo e nel secondo il numero di bicchieri utilizzati è 3, mentre nel terzo e quarto set i bicchieri aumentano di numero e diventano 5 (rosa, verde, arancione, rosso, blu). Alla presentazione di ogni item, prima di ricevere una risposta dal bambino, l'esaminatore deve canticchiare: "Le ruote dell'autobus girano per tutta la città, trova il mio autobus!"; in questo modo il tempo di attesa della risposta aumenta e maggiore potrebbe essere la possibilità per il bambino di attivare la memoria di lavoro per ricordarsi la posizione esatta dell'autobus. Nel secondo e quarto set, mentre l'esaminatore canta la canzoncina, viene posizionato lo schermo plastificato davanti ai bicchieri prima della risposta del bambino.

In questa attività la regola di stop si raggiunge con 2 errori sbagliati consecutivi o due risposte non date consecutive; mentre se il bambino risponde correttamente alle prime due prove di un set, con la regola del salto, può passare subito al set successivo.

Il punteggio dello scoring di Nascondino è stato attribuito calcolando il numero di risposte corrette (quando il bambino trova l'autobus) e il numero di risposte scorrette (quando non trova l'autobus e indica un bicchiere vuoto). Come nella prova dei Tre garage, è stato calcolato l'indice di perseverazione e anche in questo caso un'alta perseverazione indica un mancato mantenimento dell'informazione in memoria.

3.3.3.3 Inibizione – Divieto: Bacchetta con i brillantini e Bastone della pioggia (Friedman et al., 2011)

La struttura e la valutazione della prova Divieto Bacchetta con i brillantini e Bastone della pioggia è la stessa, sono entrambe prove che valutano l'inibizione, vengono solo utilizzati oggetti diversi, ma

lo scopo dell'attività è il medesimo. Le attività, infatti, mirano a valutare la capacità del bambino di resistere alla tentazione di giocare con l'oggetto posto davanti a loro fino a quando non ricevono il permesso esplicito dall'esaminatore.

Nell'attività della Bacchetta con i brillantini l'esaminatore presenta l'oggetto al bambino muovendolo su e giù facendo muovere i brillantini all'interno della bacchetta, creando un effetto visivo accattivante. Nel mentre dice al bambino che deve attendere il suo segnale di via prima di toccarla e giocarci, finita la consegna la bacchetta con i brillantini viene appoggiata sul tavolo davanti al bambino. L'esaminatore, con l'aiuto di un cronometro, conta in silenzio 30 secondi prima di dare il permesso al bambino di toccare la bacchetta e giocarci.

Nell'attività del bastone della pioggia le istruzioni sono le stesse, cambia l'oggetto presentato, quest'ultimo è una specie di cilindro pieno di perline che simulano il rumore della pioggia quando lo si muove. A differenza della Bacchetta con i brillantini, questo è accattivante per il bambino dal punto di vista sonoro.

Per valutare le prestazioni a questo compito è stato calcolato il tempo (sec) che il bambino ha atteso prima di toccare il gioco accattivante; una latenza di 30 sec indica che il bambino non ha toccato il gioco prima che l'esaminatore gli desse l'autorizzazione a farlo e che quindi è riuscito nel compito di inibizione.

3.3.3.4 Flessibilità – Categorizzazione inversa semplificata (Van Deusen et al., 2023)

L'esaminatore posiziona un secchio rosso, sul quale è disegnata la figura di un pomodoro, alla sua destra e un secchio giallo, sul quale è rappresentata una banana, alla sua sinistra. Il compito è strutturato in due set, entrambi preceduti da due item di prova. Il primo set prevede una categorizzazione semplice degli elementi presentati al bambino, con una corrispondenza congruente; nel secondo set, invece, si propone "un gioco strano", in cui la categorizzazione è inversa e non congruente. Nel passaggio da un set all'altro cambiano i criteri di categorizzazione, ed è proprio questo aspetto che permette di valutare l'abilità della flessibilità nel bambino.

Nell'item di prova del primo set viene mostrata una pallina rossa (pomodoro) e si chiede al bambino di metterla nel secchiello del pomodoro (rosso) e una pallina gialla (banana) di metterla nel secchiello delle banane (giallo). Se superato l'item di prova, viene proposto al bambino il primo set composto da 10 item, in cui la richiesta è la stessa, quindi abbinare le palline rosse (pomodori) e gialle (banane) con i rispettivi secchielli. Se il bambino non commette 3 errori consecutivi o 3 risposte non date, si passa al secondo item di prova e secondo set, in cui la regola cambia e si

introduce il “gioco strano”, in cui la categorizzazione è invertita. Le palline rosse (pomodori) vanno inserite nel secchiello delle banane e le palline gialle (banane) vanno inserite nel secchiello dei pomodori; è importante nella somministrazione di ogni item ricordare al bambino che sta giocando al “gioco strano” ogni volta che gli viene proposto un oggetto.

Per la presente ricerca è stato calcolato l’indice di accuratezza (%) al set 2, poiché indicativo della messa in atto o meno della flessibilità.

3.3.3.5 Pianificazione – Recupero di oggetti (Fidler et al., 2005)

L’attività prevede l’utilizzo di due scatole di plastica trasparente con un’apertura sul lato e di 16 animali giocattolo di plastica dura. L’esaminatore prima lascia che il bambino giochi con gli animaletti di gomma, posiziona la scatola sul tavolo e lascia che il bambino familiarizzi con i materiali del compito. Il gioco prevede due item di prova, in cui, dopo aver posizionato il giocattolo sotto la scatola trasparente, l’esaminatore chiede al bambino di recuperare l’animale tramite l’apertura sul lato. La scatola viene tenuta ferma dall’esaminatore, perché il bambino non deve avere la possibilità di alzare la scatola e afferrare l’oggetto. Dopo i due item di prova comincia la valutazione che prevede 15 item totali, qualora il bambino commetta 3 errori consecutivi o 3 risposte non date la somministrazione si interrompe.

L’esaminatore ad ogni presentazione di un animaletto ruota la scatola spazialmente posizionante l’apertura a destra, a sinistra, di fronte o dalla parte opposta al bambino, costringendo una continua pianificazione dei movimenti e strategie di ricerca spaziale. Inoltre, l’attività a una difficoltà aggiuntiva, dopo il settimo item, si cambia la scatola e se ne prende una di grandezza minore con un’apertura più piccola.

Per valutare le prestazioni a questo compito sono state considerate in numero di risposte corrette date dal bambino (max = 15).

3.3.3.6 Pianificazione – Creatività (Rutherford & Rogers, 2003)

L’attività della Creatività consiste nel presentare al bambino tanti oggetti diversi, comprendenti: scovolini, perline di legno, monete giocattolo, nastri, mini involucri di cupcake, cannucce, mini pompon, perline di plastica, bastoncini colorati, fogli di carta con fori lungo il perimetro e cordoncini. L’esaminatore dice al bambino di avere molto lavoro da fare e di dover appuntarsi delle cose sul foglio, in seguito invita il bambino a giocare liberamente in autonomia con gli oggetti

presentati. Vengono dati 3 minuti di gioco libero nei quali l'esaminatore osserva la pianificazione e la modalità di gioco libero del bambino.

Nella presente ricerca non verrà presa in considerazione l'analisi dei dati di questa attività perché mancano delle somministrazioni di questa attività nel gruppo dei bambini americani. Dunque, per avere un campione il più omogeneo possibile, è stato scelto di non prendere in considerazione l'attività della Creatività.

3.4 Piano di analisi

Le analisi sono volte all'indagine delle possibili correlazioni tra le scale degli strumenti di valutazione indiretta (BRIEF-P e EEFQ) e i dati delle prove dirette delle di tutte le FE, al fine di verificare se i diversi strumenti valutano gli stessi costrutti e se vi è sensibilità tra di essi. Vengono analizzate anche le possibili correlazioni tra gli strumenti che usano la stessa modalità di valutazione, quindi le correlazioni tra BRIEF-P e EEFQ (valutazione indiretta) e le correlazioni tra prove dirette che valutano lo stesso costrutto quale la memoria di lavoro (Tre garage e Nascondino) e l'inibizione (Divieto: bacchetta con i brillantini e bastone della pioggia). Nell'analisi di quest'ultime ci si aspetta una correlazione forte poiché hanno misure valutative molto simili e non vengono messe in relazione con strumenti diversi. Tutte le analisi sono state svolte con il software JASP.

Per il BRIEF-P sono stati presi in considerazione i punteggi grezzi delle scale dell'inibizione (IN), shift (SH), regolazione delle emozioni (RE), memoria di lavoro (ML), pianificazione/organizzazione (PO) e l'indice Composito Esecutivo Globale (GEC), un punteggio che riassume il livello di disfunzione esecutiva del bambino.

Per l'EEFQ vengono considerati i punteggi medi delle singole scale: scala di controllo inibitorio (IC), scala di flessibilità (FX), scala di memoria di lavoro (WM), scala di regolazione emotiva (RG) e il punteggio totale dell'EEFQ che fornisce una valutazione complessiva del grado di abilità esecutive del bambino.

Per le prove dirette si considerano:

- Memoria di lavoro: indice di perseverazione che indica il rapporto tra il numero totale di risposte scorrette per il numero totale di macchinine che il bambino ha avuto l'opportunità di ricercare
- Inibizione: tempo (sec) di attesa che indica il tempo che il bambino ha atteso prima di toccare il gioco accattivante

- Flessibilità: accuratezza (%) al set 2, ovvero la percentuale di risposte corrette rispetto agli item effettivamente somministrati
- Pianificazione: il totale grezzo delle risposte corrette ottenute dal bambino

CAPITOLO IV: RISULTATI

4.1 Statistiche descrittive

Sono state analizzate le statistiche descrittive del campione dei 33 bambini di età prescolare con sindrome di Down. Le statistiche riportate di seguito comprendono informazioni riguardanti media, deviazione standard, minimo e massimo di tutte le variabili che saranno prese in esame nelle analisi.

La tabella 4.1 riguarda le statistiche descrittive del campione dei punteggi grezzi degli indici del BRIEF-P, quindi inibizione (IN), shift (SH), memoria di lavoro (ML), pianificazione/organizzazione (PO), regolazione delle emozioni (RE) e indice composito della scala totale (GEC). E le statistiche descrittive dei punteggi medi delle scale dell'EEFQ: scala di controllo inibitorio (IC), di flessibilità (FX), di memoria di lavoro (WM), di regolazione emotiva (RG) e del punteggio totale dell'EEFQ.

La tabella 4.2 riguarda le statistiche descrittive dei punteggi ottenuti dalle prove di valutazione diretta delle FE.

Tabella 4.1 *Statistiche descrittive dei punteggi grezzi degli indici e della scala totale (GEC) del BRIEF-P e dei punteggi medi delle singole scale e della scala totale dell'EEFQ*

	Media	Dev. Standard	Minimo	Massimo
BRIEF-P				
BRIEF-P IN	29.0	5.4	19	39
BRIEF-P SH	16.5	4.1	11	27
BRIEF-P ML	32.2	6.3	22	45
BRIEF-P PO	17.9	3.8	10	27
BRIEF-P RE	15.1	3.8	10	24
BRIEF-P GEC	110.4	17.4	81	140
EEFQ				
EEFQ IC	4.6	0.8	2.17	6.14
EEFQ FX	4.9	1.0	3.14	6.71
EEFQ WM	5.5	0.7	4.00	6.67

EEFQ RG	4.8	1.1	2.12	6.75
EEFQ Totale	4.9	0.6	3.86	6.29

Tabella 4.2 *Statistiche descrittive dei punteggi ottenuti dalle prove di valutazione diretta delle FE*

	Media	Dev. Standard	Minimo	Massimo
INIBIZIONE				
Bacchetta – Tempo di attesa (Sec)	16.7	14.0	0	30
Bastone – Tempo di attesa (Sec)	14.2	14.1	0	30
MEMORIA DI LAVORO				
Tre garage – Indice di perseverazione	0.3	0.3	0	1
Nascondino – Indice di perseverazione	0.3	0.3	0	1
PIANIFICAZIONE				
Recupero di oggetti – Punteggio totale (grezzo)	14.5	2.6	0	15
FLESSIBILITÀ				
Categorizzazione Set 2 – Accuratezza (%)	46.5	47.8	0	100

4.2 Correlazioni tra misure dirette e indirette

Sono state svolte correlazioni di Pearson sui punteggi ottenuti dal campione in esame, al fine di indagare la possibile relazione tra le misure indirette (BRIEF-P e EEFQ) e le misure dirette delle prove delle FE (Tabella 4.3).

Nello specifico le analisi del presente elaborato hanno esaminato: le correlazioni tra strumenti diretti e indiretti che valutano le FE nelle scale di memoria di lavoro, inibizione, flessibilità e pianificazione, al fine di verificare se valutano gli stessi costrutti.

Per quanto riguarda la valutazione indiretta sono stati utilizzati i punteggi grezzi ottenuti nelle scale del BRIEF-P e i punteggi medi ottenuti nelle scale del questionario dell'EEFQ compilati dai genitori dei bambini dello studio pilota EXPO. Per le misure di valutazione indiretta sono stati presi in considerazione:

- Per il BRIEF-P le scale di inibizione (IN), shift (SH), memoria di lavoro (ML), pianificazione/organizzazione (PO), regolazione delle emozioni (RE) e l'indice composito esecutivo globale (GEC), ovvero il punteggio di sintesi che incorpora le 5 scale del BRIEF-P
- Per l'EEFQ le scale di controllo inibitorio (IC), di flessibilità (FX), di memoria di lavoro (WM), di regolazione emotiva (RG) e il punteggio totale (TOTAL) dell'EEFQ, che fornisce una valutazione complessiva del grado di abilità esecutive del bambino

La valutazione diretta è stata, invece, condotta attraverso la somministrazione di una batteria di compiti di memoria di lavoro, inibizione, flessibilità, pianificazione proposti direttamente ai bambini di età prescolare con sindrome di Down. Per le misure di valutazione diretta sono stati presi in considerazione i seguenti indici:

- L'indice di perseverazione dell'errore per i compiti di memoria di lavoro (Tre garage e Nascondino), calcolato dividendo il numero totale di risposte scorrette per il numero totale di item (macchinine o autobus) che il bambino ha avuto l'opportunità di ricercare
- Il tempo di attesa in secondi per i compiti di inibizione (Divieto: Bacchetta con i brillantini e Bastone della pioggia) prima che il bambino toccasse il gioco accattivante
- L'indice di accuratezza (%) al set 2 per il compito di flessibilità (Categorizzazione inversa semplificata), ovvero la percentuale di risposte corrette rispetto agli item effettivamente somministrati al bambino
- Il punteggio totale (grezzo) delle risposte corrette della prova di pianificazione (Recupero di oggetti)

Tabella 4.3 Correlazioni tra punteggi ottenuti dalla valutazione indiretta (BRIEF-P e EEFAQ) e dalle prove di valutazione diretta delle FE

		INIBIZIONE		MEMORIA DI LAVORO		PIANIFICAZIONE	FLESSIBILITÀ
		Bacchetta – Tempo di attesa (Sec)	Bastone – Tempo di attesa (Sec)	Tre garage – Indice di perseverazione	Nascondino – Indice di perseverazione	Recupero di oggetti – totale (grezzo)	Categorizzazione Set 2 – Accuratezza (%)
BRIEF-P							
BRIEF-P IN	Pearson's r	-0.090	-0.143	0.066	0.081	-0.116	-0.307
	p-value	0.617	0.428	0.714	0.655	0.520	0.082
BRIEF-P SH	Pearson's r	-0.319	-0.272	0.253	0.086	0.095	-0.239
	p-value	0.071	0.126	0.156	0.636	0.600	0.181
BRIEF-P ML	Pearson's r	-0.008	-0.223	0.331	0.355*	-0.264	-0.405*
	p-value	0.965	0.212	0.060	0.043	0.138	0.019
BRIEF-P PO	Pearson's r	-0.135	-0.236	0.370*	0.421*	-0.454**	-0.371*
	p-value	0.455	0.187	0.034	0.015	0.008	0.033
BRIEF-P RE	Pearson's r	-0.226	-0.266	0.029	-0.036	0.155	-0.286
	p-value	0.207	0.134	0.874	0.842	0.389	0.106
BRIEF-P GEC	Pearson's r	-0.178	-0.288	0.283	0.256	-0.175	-0.436*
	p-value	0.321	0.104	0.111	0.151	0.329	0.011
EEFAQ							
EEFAQ IC	Pearson's r	0.007	0.180	-0.315	-0.261	0.170	0.475**
	p-value	0.967	0.315	0.074	0.142	0.343	0.005
EEFAQ FX	Pearson's r	0.063	0.156	-0.215	-0.122	0.197	0.200
	p-value	0.728	0.385	0.229	0.497	0.273	0.264
EEFAQ WM	Pearson's r	0.296	0.280	-0.208	-0.214	0.092	0.244
	p-value	0.094	0.144	0.246	0.231	0.610	0.172
EEFAQ RG	Pearson's r	0.156	0.208	0.049	-0.027	-0.154	0.158
	p-value	0.386	0.246	0.787	0.880	0.392	0.381
EEFAQTotal	Pearson's r	0.199	0.323	-0.248	-0.226	0.102	0.410*
	p-value	0.266	0.067	0.164	0.205	0.574	0.018

*p< .05; **p< .01; ***p< .001

Per quanto riguarda l'inibizione non emergono correlazioni significative tra i punteggi ottenuti utilizzando la valutazione diretta (Bacchetta con i brillantini e Bastone della pioggia) e indiretta (BRIF-P IN). Non c'è correlazione significativa nemmeno tra i punteggi di flessibilità ottenuti dalla valutazione diretta (Categorizzazione inversa semplificata) e indiretta (BRIEF-P SH). È presente, invece, una correlazione moderata e negativa ($r = -0.454$; $p = 0.008$) tra la scala di pianificazione/organizzazione (PO) del BRIEF-P e il punteggio totale delle risposte corrette della prova Recupero di oggetti di pianificazione. Per quanto riguarda la memoria di lavoro si osserva una correlazione moderata e positiva ($r = 0.355$; $p = 0.043$) tra la scala di memoria di lavoro (ML) del BRIEF-P e l'indice di perseverazione della prova Nascondino di memoria di lavoro; mentre non emerge correlazione tra i punteggi di memoria di lavoro della prova diretta Tre garage e l'indice di memoria di lavoro (ML) della scala del BRIEF-P.

La tabella 4.3 mostra correlazioni anche tra domini differenti delle FE:

- Correlazione moderata e positiva ($r = 0.370$; $p = 0.034$) tra la scala di pianificazione/organizzazione (PO) del BRIEF-P e l'indice di perseverazione della prova Tre garage di memoria di lavoro
- Correlazione moderata e positiva ($r = 0.421$; $p = 0.015$) tra la scala di pianificazione/organizzazione (PO) del BRIEF-P e l'indice di perseverazione della prova Nascondino di memoria di lavoro
- Correlazione moderata e negativa ($r = -0.405$; $p = 0.019$) tra la scala di memoria di lavoro (ML) del BRIEF-P e l'indice di accuratezza (%) della prova Categorizzazione inversa semplificata al set 2 di flessibilità
- Correlazione moderata e negativa ($r = -0.371$; $p = 0.033$) tra la scala di pianificazione/organizzazione (PO) del BRIEF-P e l'indice di accuratezza (%) della prova Categorizzazione inversa semplificata al set 2 di flessibilità
- Correlazione moderata e negativa ($r = -0.436$; $p = 0.011$) tra l'indice composito della scala totale (GEC) del BRIEF-P e l'indice di accuratezza (%) della prova di categorizzazione inversa semplificata al set 2 di flessibilità

Considerando ora le correlazioni tra i punteggi ottenuti con le prove dirette e i punteggi della prova indiretta dell'EEFQ risulta che non emergono correlazioni tra i punteggi medi della scala dell'inibizione (EEFQ IC) ed entrambe le prove dirette di inibizione (Bacchetta con i brillantini e Bastone della pioggia); tra i punteggi medi della scala di flessibilità (EEFQ FX) e la prova diretta di

flessibilità (Categorizzazione inversa semplificata); tra i punteggi medi della scala di memoria di lavoro (WM) ed entrambe le prove dirette di memoria di lavoro (Tre garage e Nascondino).

Emerge, invece, una correlazione moderata e positiva ($r = 0.475$; $p = 0.005$) tra i punteggi medi della scala di inibizione dell'EEFQ (IC) e l'indice di accuratezza (%) della prova diretta di Categorizzazione inversa semplificata al set 2 di flessibilità. Vi è una correlazione moderata positiva ($r = 0.410$; $p = 0.018$) tra il punteggio totale dell'EEFQ e l'indice di accuratezza (%) della prova di Categorizzazione inversa semplificata al set 2 di flessibilità.

4.3 Correlazioni tra misure indirette

Sono state svolte correlazioni di Pearson tra i punteggi grezzi del BRIEF-P e i punteggi medi delle scale dell'EEFQ, al fine di indagare una possibile correlazione delle scale che misurano la stessa FE con strumenti di valutazione indiretta differenti (Tabella 4.4).

Le variabili prese in considerazione sono:

- Per il BRIEF-P le scale di inibizione (IN), shift (SH), memoria di lavoro (ML), regolazione delle emozioni (RE) e l'indice composito esecutivo globale (GEC)
- Per l'EEFQ le scale di controllo inibitorio (IC), flessibilità (FX), memoria di lavoro (WM), regolazione emotiva (RG) e il punteggio totale (TOTAL) dell'EEFQ

Tabella 4.4 Correlazioni tra punteggi grezzi delle scale del BRIEF-P e i punteggi medi delle scale dell'EEFQ

		EEFQ				
		EEFQ IC	EEFQFX	EEFQ WM	EEFQ RE	EEFQ Totale
BRIEF-P						
BRIEF-P IN	Pearson's r	-0.177	0.139	-0.149	-0.294	-0.190
	p-value	0.324	0.442	0.408	0.097	0.291
BRIEF-P SH	Pearson's r	-0.048	-0.081	-0.024	-0.425*	-0.272
	p-value	0.789	0.653	0.897	0.014	0.126
BRIEF-P ML	Pearson's r	-0.269	-0.213	-0.243	-0.161	-0.345*
	p-value	0.131	0.234	0.172	0.372	0.049
BRIEF-P RE	Pearson's r	-0.147	-0.146	-0.368*	-0.427*	-0.442**
	p-value	0.414	0.417	0.035	0.013	0.010
BRIEF-P GEC	Pearson's r	-0.251	-0.135	-0.275	-0.389*	-0.426*
	p-value	0.159	0.453	0.122	0.025	0.013

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

La tabella 4.4 non mostra correlazioni significative tra i punteggi grezzi delle scale del BRIEF-P e i punteggi medi delle scale dell'EEFQ che valutano la stessa FE di: inibizione (BRIEF-P IN e EEFQ IC), flessibilità (BRIEF-P SH e EEFQ FX) e memoria di lavoro (BRIEF-P ML e EEFQ WM). Si osserva inoltre una correlazione moderata negativa ($r = -0.427$; $p = 0.013$) tra i punteggi grezzi degli strumenti indiretti del BRIEF-P e dell'EEFQ nelle scale di regolazione emotiva (BRIEF-P RE e EEFQ RE), e una correlazione moderata negativa ($r = -0.426$; $p = 0.013$) nelle scale dei punteggi totali (BRIEF-P GEC e EEFQ Totale).

Si evidenziano anche correlazioni tra le scale che valutano domini delle FE differenti nei due strumenti indiretti (BRIEF-P e EEFQ):

- Correlazione moderata negativa ($r = -0.425$; $p = 0.014$) tra i punteggi grezzi della scala di flessibilità del BRIEF-P (SH) e i punteggi medi della scala di regolazione emotiva dell'EEFQ (RE)
- Correlazione moderata negativa ($r = -0.345$; $p = 0.049$) tra i punteggi grezzi della scala di memoria di lavoro del BRIEF-P (ML) e i punteggi medi del punteggio Totale dell'EEFQ
- Correlazione moderata negativa ($r = -0.368$; $p = 0.035$) tra i punteggi grezzi della scala di regolazione emotiva del BRIEF-P (RE) e i punteggi medi della scala di memoria di lavoro dell'EEFQ (WM)
- Correlazione moderata negativa ($r = -0.442$; $p = 0.010$) tra i punteggi grezzi della scala di regolazione emotiva del BRIEF-P (RE) e i punteggi medi del punteggio Totale dell'EEFQ
- Correlazione moderata negativa ($r = -0.389$; $p = 0.025$) tra i punteggi totali delle scale di BRIEF-P e EEFQ (GEC e EEFQ Totale)

4.4 Correlazioni tra misure dirette

Sono state svolte correlazioni di Pearson tra punteggi ottenuti dalle prove di valutazione diretta dell'inibizione e tra le prove di valutazione diretta di memoria di lavoro, al fine di indagare una possibile correlazione delle scale che misurano la stessa FE con strumenti di valutazione diretta (Tabella 4.5).

Gli indici presi in considerazione sono:

- Per le prove dirette di inibizione (Divieto: Bacchetta con i brillantini e Bastone della pioggia) il tempo di attesa (sec) prima che il bambino tocchi il gioco accattivante

- Per le prove dirette di memoria di lavoro (Tre garage e Nascondino) l'indice di perseverazione (%)

Tabella 4.5 *Correlazioni tra punteggi ottenuti dalle prove di valutazione diretta dell'inibizione e tra le prove di valutazione diretta di memoria di lavoro*

		INIBIZIONE	MEMORIA DI LAVORO
		Bacchetta – Tempo di attesa (Sec)	Tre garage – Indice di perseverazione
INIBIZIONE			
Bastone – Tempo di attesa (Sec)	Pearson's r	0.830***	
	p-value	< .001	
MEMORIA DI LAVORO			
Nascondino – Indice di perseverazione	Pearson's r		0.593***
	p-value		< .001

*p< .05; **p< .01; ***p< .001

Nella tabella 4.5 sono riportate le correlazioni tra i punteggi ottenuti dalle prove dirette che valutano uno stesso dominio delle FE:

- Correlazione forte positiva ($r = 0.830$; $p < .001$) tra le prove dirette di inibizione (Bacchetta con i brillantini e bastone della pioggia), di cui è stato considerato il tempo di attesa (sec)
- Correlazione forte positiva ($r = 0.593$; $p < .001$) tra l'indice di perseverazione (%) delle prove dirette di memoria di lavoro (Tre garage e Nascondino)

Legenda scale del BRIEF-P e dell'EEFQ

BRIEF-P

IN	Inibizione
SH	Shift
ML	Memoria di Lavoro
PO	Pianificazione/Organizzazione
RE	Regolazione delle Emozioni
GEC	Composito Esecutivo Globale

EEFQ

IC	Controllo Inibitorio
FX	Flessibilità
WM	Memoria di Lavoro
RE	Regolazione Emotiva

IN = Inibizione; SH = Shift; ML = Memoria di Lavoro; PO = Pianificazione/organizzazione;
RE = Regolazione delle Emozioni; GEC = Composito Esecutivo Globale; IC = Controllo
Inibitorio; FX = Flessibilità; WM = Memoria di Lavoro; RE = Regolazione Emotiva

CAPITOLO V: DISCUSSIONE

L'obiettivo della presente ricerca è quello di indagare le possibili relazioni tra valutazione diretta e indiretta delle FE nella popolazione dei bambini di età prescolare con sindrome di Down. Nello specifico le analisi del presente elaborato hanno esaminato le correlazioni tra strumenti diretti e indiretti che valutano le FE nelle scale di memoria di lavoro, inibizione, flessibilità e pianificazione, al fine di verificare se valutano gli stessi costrutti. Inoltre, sono state analizzate le correlazioni tra diversi strumenti indiretti che valutano le FE (BRIEF e EEFQ) le correlazioni tra strumenti diretti che valutano la stessa FE.

Dalle analisi compiute sul campione si osservano delle correlazioni moderate tra misure dirette e indirette nelle scale di memoria di lavoro (ML) e pianificazione/organizzazione (PO) del BRIEF-P e gli indici delle prove dirette delle medesime FE. In questo caso si evidenzia, dunque una relazione tra la prestazione del bambino nelle prove dirette e la compilazione dei questionari da parte dei genitori che porta ad ipotizzare che tale risultato sia dovuto ad una richiesta che indaga uno stesso costrutto, sia in contesto laboratoriale sia nell'ambiente di vita quotidiano.

In altre FE, tuttavia, non emerge una correlazione significativa tra strumenti diretti e indiretti che valutano la stessa FE; l'analisi dei dati del campione del presente studio, infatti, evidenzia correlazioni non significative per le prove dirette di inibizione, flessibilità e memoria di lavoro in relazione alle scale del BRIEF-P e del al'EEFQ. In questo caso si può ipotizzare che la misurazione della prova diretta sia molto specifica e che sia diversa dalle richieste di vita quotidiana indagate nei questionari indiretti proposti al genitore. Ad esempio, la scala dell'inibizione (IN) e della flessibilità (SH) del BRIEF-P e la scala di memoria di lavoro (WM) dell'EEFQ prendono in considerazione anche aspetti comportamentali, come l'inibizione dell'impulsività, la capacità di bloccare il comportamento a seconda di contesti sociali e l'adattamento a situazione nuove. Item di esempio del BRIEF-P e dell'EEFQ di tali scale sono: "Non si rende conto di come il suo comportamento disturbi o infastidisca gli altri" (IN item 3); "Agisce in modo esagerato in situazioni affollate e caotiche" (SH item 50) (Gioia, Espy & Isquith, 2003); "Si rende conto (ad esempio mostrando sorpresa) che qualcosa che gli è stato dato pochi minuti prima non c'è più o è cambiato (WM item 19) (Hendry & Holmboe, 2020). Dunque, la scelta di indici specifici per le prove dirette non permette di indagare l'influenza della componente emotivo-comportamentale di tali FE, che risulta, invece, ampiamente indagata dagli strumenti di valutazione indiretta.

La presenza di correlazioni non significative tra strumenti diversi che valutano la stessa FE, permette anche riflettere sulle caratteristiche intrinseche delle stesse FE. A tal proposito, la comunità scientifica ha dibattuto a lungo sulla natura unitaria o multicomponentiale delle FE

(Miyake et al., 2000; Lehto, 1996; Lowe & Rabbitt, 1997); ad oggi, però, le FE sono ampiamente riconosciute come un costrutto non del tutto puro e unitario, esse sono separabili ma moderatamente correlate (Miyake et al., 2000). Ciò permette di spiegare la presenza di correlazioni moderate tra strumenti diretti e indiretti che valutano diverse FE; nel presente studio sono state riscontrate correlazioni moderate tra le scale di memoria di lavoro (ML), pianificazione/organizzazione (PO) del BRIEF-P e gli indici delle prove dirette di flessibilità e memoria di lavoro. Ad esempio, nello specifico la correlazione tra la scala di memoria di lavoro delle prove dirette e la scala di pianificazione/organizzazione (PO) del BRIEF-P, può essere spiegata dalla natura del compito di laboratorio, il quale, al fine di una prestazione ottimale, implica non solo la memoria di lavoro ma anche l'abilità di pianificare la sequenza di movimenti e comportamenti che portano a indicare un garage o bicchiere contenente la macchinina. Mentre le correlazioni tra la scala di inibizione dell'EEFQ (IC), la scala di pianificazione/organizzazione (PO) del BRIEF-P e la scala di flessibilità della prova diretta, mostrano come il bambino nel compito di categorizzazione inversa semplificata oltre all'acquisizione del cambio regola nel set 2, che implica l'utilizzo di flessibilità, debba inibire la regola precedentemente interiorizzata al set 1 e pianificare la sequenza di movimenti corretti, quindi applicare anche inibizione e pianificazione. Questi risultati sono, dunque, coerenti con la letteratura che afferma come le FE siano costrutti multicomponentiali e non strettamente unitari; per questo possono esserci correlazioni tra FE diverse negli strumenti diretti e indiretti, una FE implica l'altra. È anche per questo motivo che i compiti delle FE generalmente soffrono di impurità (Miyake et al. 2000), in quanto si ritiene che valutino uno specifico processo esecutivo, ma la prestazione dipende anche da altri processi cognitivi. Ne consegue la difficoltà nella creazione di batterie di prove pure dirette e indirette per l'indagine delle singole FE (Miyake et al., 2000; Morra et al., 2018). In accordo con la letteratura, non sempre le misure basate sulla performance e quelle basate su valutazione di terzi delle FE valutano lo stesso costrutto generale; perciò, si possono ottenere poche o lievi correlazioni tra misure dirette e indirette di stesse FE. Pertanto, queste misure di valutazione non dovrebbero essere utilizzate in modo intercambiabile come misure parallele delle FE. Entrambi gli ambiti di valutazione (diretto e indiretto) sono utili e preziosi, ma possono fornire diversi tipi di informazioni nel contesto di una valutazione (Toplak et al., 2013).

La presente ricerca ha indagato anche le correlazioni tra strumenti indiretti che valutano le FE in modo diverso (BRIEF e EEFQ), riportando l'assenza di correlazioni significative tra gli strumenti di valutazione indiretta delle stesse FE; tranne per la scala di regolazione emotiva del BRIEF-P e EEFQ, in cui si riscontra una correlazione moderata degli strumenti. Sono presenti però correlazioni moderate tra gli strumenti indiretti che valutano diverse FE, le quali correlano prevalentemente con la scala di regolazione emotiva dell'EEFQ (RE).

La mancanza di forti correlazioni tra i due strumenti indiretti potrebbe dipendere dalle caratteristiche stesse dei questionari. Infatti, il BRIEF-P chiede al genitore di indicare i comportamenti messi in atto dal bambino nei sei mesi precedenti alla compilazione; mentre l'EEFQ fa riferimento ad un arco temporale minore, ovvero le sole due settimane che precedono la valutazione. Ad esempio, può capitare che un bambino nelle due settimane antecedenti alla valutazione non abbia messo in atto i comportamenti specifici richiesti dagli item dell'EEFQ; ciò non significa che non li abbia mai eseguiti. Può essere, dunque, che l'arco temporale molto ristretto influisca sull'esito di una valutazione delle performance esecutive del bambino.

Inoltre, è opportuno evidenziare che nel BRIEF-P a punteggi maggiori si associano peggiori performance esecutive riportate dal genitore rispetto ai comportamenti messi in atto dal bambino nella vita quotidiana; invece, per quanto riguarda l'EEFQ, a punteggi maggiori si associano migliori performance esecutive riportate dal genitore rispetto ai comportamenti messi in atto dal bambino nelle due settimane precedenti la compilazione del questionario. La costruzione degli stessi questionari pone l'indagine delle FE in un'ottica positiva o negativa; potrebbe risultare interessante, quindi, indagare se la percezione del genitore che compila i questionari varia a seconda che si chieda di indicare il livello di disfunzione esecutiva o il livello di abilità esecutive in contesti di vita quotidiana. Comprendere se la percezione del genitore influisca nel delineare un profilo delle FE del bambino, potrebbe spiegare la presenza di poche correlazioni significative nelle scale che valutano le stesse FE negli strumenti di valutazione indiretta del BRIEF-P e dell'EEFQ.

Infine, l'ultima domanda di ricerca del presente elaborato ha indagato le correlazioni di prove dirette che valutano la stessa FE, nelle prove di inibizione e memoria di lavoro, riportando forti correlazioni tra di esse. L'utilizzo degli stessi indici permette, infatti, di ottenere prove che valutano uno stesso costrutto in egual modo. Si evince come siano influenti le caratteristiche intrinseche della struttura di una prova diretta nell'esito della rilevazione delle FE, al fine di creare prove differenti che valutino gli stessi costrutti di interesse.

5.1 Limiti e sviluppi futuri

Il presente lavoro ha permesso di indagare le relazioni esistenti tra i punteggi ottenuti dall'utilizzo di diversi strumenti di valutazione diretta e indiretta della stessa FE o di FE diverse. Questo studio si inserisce all'interno del progetto EXPO, uno studio pilota, che porta per sua natura un limite intrinseco, l'esiguità del campione, che limita la generalizzabilità dei risultati che si ottengono dalle analisi.

I dati analizzati sono stati raccolti servendosi di due tipi di valutazione: diretta e indiretta. I limiti del presente studio comprendono i limiti intrinseci di questi due tipi di valutazione. I dati raccolti dalla somministrazione dei questionari ai genitori (BRIEF-P e EEFAQ) possono essere influenzati: dalle loro aspettative, che potrebbero essere troppo elevate o inferiori rispetto alle reali capacità del bambino; dalla desiderabilità sociale, che porterebbe a dare risposte falsate dalla credenza che ci sia una risposta “più giusta” di altre; dalla mancanza di conferma che il genitore abbia veramente compreso l’item richiesto o la domanda che gli è stata posta. Nonostante i limiti della soggettività nella valutazione indiretta, essa presenta una validità ecologica superiore rispetto agli strumenti di valutazione diretta; i quali forniscono informazioni molto precise, ma possono risultare di difficile generalizzabilità ai contesti di vita quotidiana. Un ulteriore limite della valutazione diretta riguarda il fatto che sessioni di valutazione molto strutturate e brevi possono supportare la prestazione permettendo ai soggetti valutati di mettere in atto performance migliori rispetto a quelle normalmente mostrate nella quotidianità.

Considerati anche i dubbi sul fatto che le misure di laboratorio dirette e le misure indirette valutino gli stessi costrutti, sia da un punto di vista clinico che di ricerca, è importante che il profilo delle FE degli individui con disabilità intellettiva venga indagato in entrambe le modalità di valutazione, quindi combinando le attività di laboratorio con il bambino, insieme ai resoconti delle abilità della vita quotidiana riportati dai dai genitori. (Lanfranchi & Fidler, 2022). In conclusione, risulta importante che la ricerca continui a orientare il suo interesse verso la creazione di batterie di prove dirette e questionari indiretti per la misurazione specifica delle FE nei bambini, in particolare con la sindrome di Down, in modo tale da ottenere misure sempre più precise di ogni FE che si intende valutare.

BIBLIOGRAFIA

- Abbeduto, L., Warren, S. F., & Conners, F. A. (2007). Language development in Down syndrome: From the prelinguistic period to the acquisition of literacy. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, *13*(3), 247–261.
- Anderson, V. (1998). Assessing executive functions in children: Biological, psychological, and developmental considerations. *Neuropsychological rehabilitation*, *8*(3), 319-349.
- Anderson, P. (2008). Towards a developmental model of executive function. Anderson, V., Jacobs, R., & Anderson, PJ (Eds.), *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective*.
- Badre, D., & D'Esposito, M. (2007). Functional magnetic resonance imaging evidence for a hierarchical organization of the prefrontal cortex. *Journal of cognitive neuroscience*, *19*(12), 2082-2099.
- Bellugi, U., Lichtenberger, L., Jones, W., Lai, Z., & St George, M. (2000). I. The Neurocognitive Profile of Williams Syndrome: A Complex Pattern of Strengths and Weaknesses. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*(Supplement 1), 7–29.
- Bernstein, A., Hadash, Y., Lichtash, Y., Tanay, G., Shepherd, K., & Fresco, D. M. (2015). Decentering and related constructs: A critical review and metacognitive processes model. *Perspectives on Psychological Science*, *10*(5), 599-617.
- Berry-Kravis, E., Hessel, D., Abbeduto, L., Reiss, A. L., Beckel-Mitchener, A., & Urv, T. K. (2013). Outcome measures for clinical trials in fragile X syndrome. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, *34*(7), 508–522.
- Boman, B. (2022). Educational achievement among East Asian schoolchildren 1967–2020: A thematic review of the literature. *International Journal of Educational Research Open*, *3*, 100168.
- Borella, E., Carretti, B., & Lanfranchi, S. (2013). Inhibitory mechanisms in Down syndrome: Is there a specific or general deficit? *Research in Developmental Disabilities*, *34*(1), 65–71.
- Briley, D. A., & Tucker-Drob, E. M. (2013). Explaining the increasing heritability of cognitive ability across development: A meta-analysis of longitudinal twin and adoption studies. *Psychological science*, *24*(9), 1704-1713.
- Bunge, S. A., & Zelazo, P. D. (2006). A brain-based account of the development of rule use in childhood. *Current Directions in Psychological Science*, *15*(3), 118-121.
- Burgess, P. W. (2004). Theory and methodology in executive function research. In *Methodology of frontal and executive function* (pp. 87-121). Routledge.

- Burgess, P. W., Simons, J. S., Halligan, P. W., & Wade, D. T. (2005). 18 Theories of frontal lobe executive function: clinical applications. *The effectiveness of rehabilitation for cognitive deficits*, 211.
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595–616.
- Carlson, S. M., Mandell, D. J., & Williams, L. (2004). Executive function and theory of mind: stability and prediction from ages 2 to 3. *Developmental psychology*, 40(6), 1105-1122.
- Carretti, B., & Lanfranchi, S. (2010). The effect of configuration on VSWM performance of Down syndrome individuals. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(12), 1058–1066.
- Carretti, B., Lanfranchi, S., & Mammarella, I. C. (2013). Spatial-simultaneous and spatial-sequential working memory in individuals with Down syndrome: The effect of configuration. *Research in Developmental Disabilities*, 34(1), 669–675.
- Carretti, B., Meneghetti, C., Doerr, E., Toffalini, E., & Lanfranchi, S. (2021). Developmental trajectories of spatial-sequential and spatial-simultaneous working memory in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 66(1–2), 81–93.
- Chevalier, N., Sheffield, T. D., Nelson, J. M., Clark, C. A., Wiebe, S. A., & Espy, K. A. (2012). Underpinnings of the costs of flexibility in preschool children: The roles of inhibition and working memory. *Developmental neuropsychology*, 37(2), 99-118.
- Christoff, K., & Gabrieli, J. D. (2000). The frontopolar cortex and human cognition: Evidence for a rostrocaudal hierarchical organization within the human prefrontal cortex. *Psychobiology*, 28(2), 168-186.
- Clements, D. H., Sarama, J., & Germeroth, C. (2016). Learning executive function and early mathematics: Directions of causal relations. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 79-90.
- Conners, F. A., Moore, M. S., Loveall, S. J., & Merrill, E. C. (2011). Memory profiles of Down, Williams, and fragile X syndromes: implications for reading development. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 32(5), 405-417.
- Costanzo, F., Varuzza, C., Menghini, D., Addona, F., Ganesini, T., & Vicari, S. (2013). Executive functions in intellectual disabilities: A comparison between Williams syndrome and Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 34(5), 1770-1780.
- Crick, N. R., & Dodge, K. A. (1994). A review and reformulation of social information-processing mechanisms in children's social adjustment. *Psychological bulletin*, 115(1), 74-101.

- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions. *Handbook of clinical neurology*, 163, 197-219.
- Daunhauer, L. A., Fidler, D. J., Hahn, L., Will, E., Lee, N. R., & Hepburn, S. (2014). Profiles of everyday executive functioning in young children with Down syndrome. *American journal on intellectual and developmental disabilities*, 119(4), 303-318.
- Daunhauer, L. A., Fidler, D. J., & Will, E. (2014b). School function in students with down syndrome. *American Journal of Occupational Therapy*, 68(2), 167–176.
- Daunhauer, L. A., Gerlach-McDonald, B., Will, E., & Fidler, D. J. (2017). Performance and Ratings Based Measures of Executive Function in School-Aged Children with Down Syndrome. *Developmental Neuropsychology*, 42(6), 351–368.
- Daunhauer, L. A., Will, E., Schworer, E., & Fidler, D. J. (2020). Young students with Down syndrome: Early longitudinal academic achievement and neuropsychological predictors. *Journal of Intellectual & Developmental Disability*, 45(3), 211-221.
- Dawson, G., Meltzoff, A. N., Osterling, J., Rinaldi, J., & Brown, E. (1998). Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of autism and developmental disorders*, 28, 479-485.
- Deckers, S. R., Van Zaalen, Y., Van Balkom, H., & Verhoeven, L. (2019). Predictors of receptive and expressive vocabulary development in children with Down syndrome. *International journal of speech-language pathology*, 21(1), 10-22.
- Demoulin, C., & Kolinsky, R. (2016). Does learning to read shape verbal working memory?. *Psychonomic bulletin & review*, 23, 703-722.
- De Renzi, E., Faglioni, P., & Previdi, P. (1977). Spatial memory and hemispheric locus of lesion. *Cortex*, 13(4), 424-433.
- Devine, R. T., Ribner, A., & Hughes, C. (2019). Measuring and predicting individual differences in executive functions at 14 months: A longitudinal study. *Child Development*, 90(5), 618-636.
- Diamond, A. (1985). Development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants' performance on AB. *Child development*, 868-883.
- Diamond, A. (1995). Evidence of robust recognition memory early in life even when assessed by reaching behavior. *Journal of experimental child psychology*, 59(3), 419-456.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.

- Diamond, A., & Doar, B. (1989). The performance of human infants on a measure of frontal cortex function, the delayed response task. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 22(3), 271-294.
- Dolva, A. S., Coster, W., & Lilja, M. (2004). Functional performance in children with Down syndrome. *The American journal of occupational therapy*, 58(6), 621-629.
- Dornbusch, S. M., Ritter, P. L., Leiderman, P. H., Roberts, D. F., & Fraleigh, M. J. (1987). The relation of parenting style to adolescent school performance. *Child Development*, 58(5), 1244.
- D'Souza, D., Booth, R., Connolly, M., Happé, F., & Karmiloff-Smith, A. (2016). Rethinking the concepts of 'local or global processors': evidence from Williams syndrome, Down syndrome, and Autism Spectrum Disorders. *Developmental science*, 19(3), 452-468.
- Duckworth, A. L., & Seligman, M. E. (2005). Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological science*, 16(12), 939-944.
- Duncan, J., Johnson, R., Swales, M., & Freer, C. (1997). Frontal lobe deficits after head injury: Unity and diversity of function. *Cognitive Neuropsychology*, 14(5), 713-741.
- Edgin, J. O. (2003). *A neuropsychological model for the development of the cognitive profiles in mental retardation syndromes: Evidence from Down syndrome and Williams syndrome*. University of Denver.
- Espy, K. A., Kaufmann, P. M., Glisky, M. L., & McDiarmid, M. D. (2001). New procedures to assess executive functions in preschool children. *The Clinical Neuropsychologist*, 15(1), 46-58.
- Fidler, D. J., Hepburn, S. L., Mankin, G., & Rogers, S. J. (2005). Praxis skills in young children with Down syndrome, other developmental disabilities, and typically developing children. *The American journal of occupational therapy*, 59(2), 129-138.
- Fidler, D. J., & Lanfranchi, S. (2021). Executive function and intellectual disability: innovations, methods and treatment. *Journal of Intellectual Disability Research*, 66(1-2), 1-8.
- Fidler, D. J., & Nadel, L. (2007). Education and children with Down syndrome: Neuroscience, development, and intervention. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 13(3), 262-271.
- Fidler, D. J., Will, E., Daunhauer, L. A., Gerlach-McDonald, B., & Visootsak, J. (2014). Object-related generativity in children with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 35(12), 3379-3385.

- Flynn, E. (2007). The role of inhibitory control in false belief understanding. *Infant and Child Development, 16*(1), 53–69.
- Fontana, M., Usai, M. C., & Passolunghi, M. C. (2021). Inhibitory Abilities in Individuals with Down Syndrome: Investigation of Interference Suppression Using an Adapted Version of Navon Task. *Developmental Neuropsychology, 1*–12.
- Fournet, N., Roulin, J. L., Vallet, F., Beaudoin, M., Agrigoroaei, S., Paignon, A., & Desrichard, O. (2012). Evaluating short-term and working memory in older adults: French normative data. *Aging & mental health, 16*(7), 922-930.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Robinson, J. 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.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Altamirano, L. J., Corley, R. P., Young, S. E., Rhea, S. A., & Hewitt, J. K. (2016). Stability and change in executive function abilities from late adolescence to early adulthood: A longitudinal twin study. *Developmental psychology, 52*(2), 326-340.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex, 86*, 186-204.
- Gandolfi, E., Traverso, L., Usai, M. C., & Viterbori, P. (2023). Lo sviluppo dell'inibizione: evidenze e interrogativi ancora aperti. *Giornale italiano di psicologia, 50*(1), 111-136.
- Garcia-Barrera, M. A., Kamphaus, R. W., & Bandalos, D. (2011). Theoretical and statistical derivation of a screener for the behavioral assessment of executive functions in children. *Psychological Assessment, 23*(1), 64-79.
- 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.
- Gathercole, S. E. (1998). The development of memory. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines, 39*(1), 3-27.
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: performance of children 312–7 years old on a stroop-like day-night test. *Cognition, 53*(2), 129-153.
- Gioia, G. A., Espy, K. A., & Isquith, P. K. (2003). Behavior rating inventory of executive function-preschool version. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, Inc.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). *Behavior rating inventory of executive function: BRIEF*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.

- Godfrey, M., & Lee, N. R. (2018). Memory profiles in Down syndrome across development: a review of memory abilities through the lifespan. *Journal of neurodevelopmental disorders, 10*, 1-31.
- Goldstein, K. H., & Scheerer, M. (1953). Tests of abstract and concrete behavior. *Contributions to medical psychology, 2*, 124-172.
- Goldstein, S., Naglieri, J. A., Princiotta, D., & Otero, T. M. (2013). Introduction: A history of executive functioning as a theoretical and clinical construct. In *Springer eBooks* (pp. 3–12).
- Hale, S., Bronik, M. D., & Fry, A. F. (1997). Verbal and spatial working memory in school-age children: developmental differences in susceptibility to interference. *Developmental psychology, 33*(2), 364-371.
- Hamre, B. K., & Pianta, R. C. (2005). Can instructional and emotional support in the first-grade classroom make a difference for children at risk of school failure?. *Child development, 76*(5), 949-967.
- Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G., & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test (WCST): manual: revised and expanded*. Psychological Assessment Resources (PAR).
- Hendry, A., & Holmboe, K. (2020). Development and validation of the Early Executive Functions Questionnaire: A carer-administered measure of Executive Functions suitable for 9- to 30-month-olds. *Infancy, 26*(6), 932–961.
- Humes, G. E., Welsh, M. C., Retzlaff, P., & Cookson, N. (1997). Towers of Hanoi and London: Reliability and validity of two executive function tasks. *Assessment, 4*(3), 249-257.
- Isquith, P. K., Gioia, G. A., & Espy, K. A. (2018). Executive function in preschool children: Examination through everyday behavior. In *Using Developmental, Cognitive, and Neuroscience Approaches To Understand Executive Control in Young Children* (pp. 403-422). Psychology Press.
- Izard, C. E. (2009). Emotion theory and research: Highlights, unanswered questions, and emerging issues. *Annual review of psychology, 60*, 1-25.
- Johansson, M., Marciszko, C., Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2015b). Individual Differences in Early Executive Functions: A Longitudinal Study from 12 to 36 Months. *Infant and Child Development, 25*(6), 533–549.
- Johansson, M., Marciszko, C., Gredebäck, G., Nyström, P., & Bohlin, G. (2015). Sustained attention in infancy as a longitudinal predictor of self-regulatory functions. *Infant Behavior and Development, 41*, 1-11.

- Johnson, M. H., & de Haan, M. D. (2015). *Developmental cognitive neuroscience: An introduction*. John Wiley & Sons.
- Johnson, M. H., Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (1991). Components of visual orienting in early infancy: Contingency learning, anticipatory looking, and disengaging. *Journal of cognitive neuroscience*, 3(4), 335-344.
- Jonides, J., Smith, E. E., & Rugg, M. D. (1997). Cognitive neuroscience. In *The architecture of working memory*. (pp. 243-276). The MIT Press.
- Karayanidis, F., Whitson, L. R., Heathcote, A., & Michie, P. T. (2011). Variability in proactive and reactive cognitive control processes across the adult lifespan. *Frontiers in psychology*, 2, 318.
- Kassai, R., Futo, J., Demetrovics, Z., & Takacs, Z. K. (2019). A meta-analysis of the experimental evidence on the near-and far-transfer effects among children's executive function skills. *Psychological Bulletin*, 145(2), 165.
- Katsuki, F., & Constantinidis, C. (2013). Bottom-Up and Top-Down attention. *The Neuroscientist*, 20(5), 509–521.
- Kiefer, M., Marzinzik, F., Weisbrod, M., Scherg, M., & Spitzer, M. (1998). The time course of brain activations during response inhibition: evidence from event-related potentials in a go/no go task. *Neuroreport*, 9(4), 765-770.
- Kochanska, G. (2002). Committed compliance, moral self, and internalization: a mediational model. *Developmental psychology*, 38(3), 339-351.
- Kochanska, G., Murray, K. T., & Harlan, E. T. (2000). Effortful control in early childhood: continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental psychology*, 36(2), 220-232.
- Kochanska, G., Murray, K., Jacques, T. Y., Koenig, A. L., & Vandegest, K. A. (1996). Inhibitory control in young children and its role in emerging internalization. *Child Development*, 67(2), 490–507.
- Kochanska, G., Tjebkes, J. L., & Fortnan, D. R. (1998). Children's emerging regulation of conduct: Restraint, compliance, and internalization from infancy to the second year. *Child development*, 69(5), 1378-1389.
- Krakowski, C., Borst, G., Vidal, J., Houdé, O., & Poirel, N. (2018). Children inhibit global information when the forest is dense and local information when the forest is sparse. *Journal of Experimental Child Psychology*, 173, 155–167.

- Kross, E., Duckworth, A., Ayduk, O., Tsukayama, E., & Mischel, W. (2011). The effect of self-distancing on adaptive versus maladaptive self-reflection in children. *Emotion, 11*(5), 1032-1039.
- Lanfranchi, S., Carretti, B., Spanò, G., & Cornoldi, C. (2009). A specific deficit in visuospatial simultaneous working memory in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research, 53*(5), 474–483.
- Lanfranchi, S., Cornoldi, C., & Vianello, R. (2004). Verbal and visuospatial working memory deficits in children with Down syndrome. *American journal on mental retardation, 109*(6), 456-466.
- Lanfranchi, S., Jerman, O., Dal Pont, E., Alberti, A., & Vianello, R. (2010). Executive function in adolescents with Down syndrome. *Journal of intellectual disability research, 54*(4), 308-319.
- Lanfranchi, S., Jerman, O., & Vianello, R. (2009). Working Memory and Cognitive Skills in Individuals with Down Syndrome. *Child Neuropsychology, 15*(4), 397–416.
- Lanfranchi, S., Mammarella, I. C., & Carretti, B. (2014). Spatial-simultaneous working memory and selective interference in Down syndrome. *Child Neuropsychology, 21*(4), 481–489.
- Lanfranchi, S., & Onnivello, S. (2023). Inibizione: quando lo sviluppo è atipico. Il caso della sindrome di Down. *Giornale italiano di psicologia, 50*(1), 165-170.
- Latzman, R. D., Elkovitch, N., Young, J., & Clark, L. A. (2010). The contribution of executive functioning to academic achievement among male adolescents. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 32*(5), 455-462.
- Lee, N. R., Anand, P., Will, E., Adeyemi, E. I., Clasen, L. S., Blumenthal, J. D., ... & Edgin, J. O. (2015). Everyday executive functions in Down syndrome from early childhood to young adulthood: evidence for both unique and shared characteristics compared to youth with sex chromosome trisomy (XXX and XXY). *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 9*, 264.
- Lee, N., Fidler, D. J., Blakeley-Smith, A., Daunhauer, L. A., Robinson, C., & Hepburn, S. (2011). Caregiver Report of Executive Functioning in a Population-Based Sample of Young Children with Down Syndrome. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities, 116*(4), 290–304.
- Lee, T., Mosing, M. A., Henry, J. D., Trollor, J. N., Ames, D., Martin, N. G., & OATS Research Team. (2012). Genetic influences on four measures of executive functions and their covariation with general cognitive ability: the Older Australian Twins Study. *Behavior genetics, 42*, 528-538.

- Lehto, J. (1996). Are executive function tests dependent on working memory capacity?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 49(1), 29-50.
- Lemire-Rodger, S., Lam, J., Viviano, J. D., Stevens, W. D., Spreng, R. N., & Turner, G. R. (2019). Inhibit, switch, and update: A within-subject fMRI investigation of executive control. *Neuropsychologia*, 132, 107134.
- Levin, H. S., Fletcher, J. M., Kufera, J. A., Harward, H., Lilly, M. A., Mendelsohn, D., Bruce, D., & Eisenberg, H. M. (1996). Dimensions of cognition measured by the Tower of London and other cognitive tasks in head-injured children and adolescents. *Developmental Neuropsychology*, 12(1), 17-34.
- Lezak, M. D. (2004). *Neuropsychological assessment*. Oxford University Press, USA.
- Lhermitte, F. (1983). 'Utilization behaviour' and its relation to lesions of the frontal lobes. *Brain*, 106(2), 237-255.
- Loveall, S. J., Conners, F. A., Tungate, A. S., Hahn, L. J., & Osso, T. (2017). A cross-sectional analysis of executive function in Down syndrome from 2 to 35 years. *Journal of Intellectual Disability Research*, 61(9), 877-887.
- Lowe, C., & Rabbitt, P. (2004). Cognitive models of ageing and frontal lobe deficits. In *Methodology of frontal and executive function* (pp. 46-66). Routledge.
- Luria, A. R. (1966). *Higher Cortical Functions in Man*. New York: Basic Books. 2nd edition.
- Luria, A. R. (1980). Disturbances of higher cortical functions with lesions of the frontal region. *Higher cortical functions in man*, 246-365.
- Marzocchi, G., & Valagussa, S. (2011). *Le funzioni esecutive in età evolutiva*. Franco Angeli.
- Mattera, S., Rojas, N. M., Morris, P. A., & Bierman, K. (2021). Promoting EF with preschool interventions: Lessons learned from 15 years of conducting large-scale studies. *Frontiers in Psychology*, 12, 640-702.
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (1989). Delay of gratification in children. *Science*, 244(4907), 933-938.
- Mittal, C., Griskevicius, V., Simpson, J. A., Sung, S., & Young, E. S. (2015). Cognitive adaptations to stressful environments: When childhood adversity enhances adult executive function. *Journal of personality and social psychology*, 109(4), 604-621.

- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science*, *21*(1), 8-14.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A., 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*(1), 49–100.
- Monsell, S. (1996). Control of mental processes. In V. Bruce (Ed.), *Unsolved mysteries of the mind: Tutorial essays in cognition* (pp. 93–148). Hove, UK: Erlbaum.
- Morra, S., Panesi, S., Traverso, L., & Usai, M. C. (2018). Which tasks measure what? Reflections on executive function development and a commentary on Podjarny, Kamawar, and Andrews (2017). *Journal of Experimental Child Psychology*, *167*, 246-258.
- Morris, N., & Jones, D. M. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *British journal of psychology*, *81*(2), 111-121.
- Munakata, Y., Snyder, H. R., & Chatham, C. H. (2012). Developing cognitive control: Three key transitions. *Current directions in psychological science*, *21*(2), 71-77.
- Murray, K. T., & Kochanska, G. (2002). Effortful control: Factor structure and relation to externalizing and internalizing behaviors. *Journal of abnormal child psychology*, *30*, 503-514.
- Næss, K. A. B., Lyster, S. A. H., Hulme, C., & Melby-Lervåg, M. (2011). Language and verbal short-term memory skills in children with Down syndrome: A meta-analytic review. *Research in developmental disabilities*, *32*(6), 2225-2234.
- Nelson, H. E. (1976). A modified card sorting test sensitive to frontal lobe defects. *Cortex*, *12*(4), 313-324.
- Niebaum, J. C., & Munakata, Y. (2023). Why doesn't executive function training improve academic achievement? Rethinking individual differences, relevance, and engagement from a contextual framework. *Journal of Cognition and Development*, *24*(2), 241-259.
- Niendam, T. A., Laird, A. R., Ray, K. L., Dean, Y. M., Glahn, D. C., & Carter, C. S. (2012). Meta-analytic evidence for a superordinate cognitive control network subserving diverse executive functions. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *12*(2), 241-268.
- Nisbett, R. E., & Miyamoto, Y. (2005). The influence of culture: holistic versus analytic perception. *Trends in cognitive sciences*, *9*(10), 467-473.

- Oh, S., & Lewis, C. (2008). Korean preschoolers' advanced inhibitory control and its relation to other executive skills and mental state understanding. *Child Development, 79*(1), 80-99.
- Onnivello, S., Colaianni, S., Pulina, F., Locatelli, C., Marcolin, C., Ramacieri, G., Antonaros, F., Vione, B., Piovesan, A., & Lanfranchi, S. (2021). Executive functions and adaptive behaviour in individuals with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research, 66*(1-2), 32-49.
- Pazzaglia, F., & Cornoldi, C. (1999). The role of distinct components of visuo-spatial working memory in the processing of texts. *Memory, 7*(1), 19-41.
- Pelphrey, K. A., & Reznick, J. S. (2003). Working memory in infancy. *Advances in child development and behavior, 31*, 173-231.
- Pelphrey, K. A., Reznick, J. S., Davis Goldman, B., Sasson, N., Morrow, J., Donahoe, A., & Hodgson, K. (2004). Development of visuospatial short-term memory in the second half of the 1st year. *Developmental psychology, 40*(5), 836-851.
- Perret, E. (1974). The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behaviour. *Neuropsychologia, 12*(3), 323-330.
- Phillips, B. A., Conners, F. A., Merrill, E., & Klinger, M. R. (2014). Rule-based category learning in Down syndrome. *American journal on intellectual and developmental disabilities, 119*(3), 220-234.
- Pinks, M. E., Van Deusen, K., Prince, M. A., Esbensen, A. J., Thurman, A. J., Patel, L., Abbeduto, L., Walsh, M. M., Daunhauer, L. A., Feigles, R. T., Nguyen, V., & Fidler, D. J. (2023). Psychometric evaluation of a working memory assessment measure in young children with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities, 139*, 104564.
- Plomin, R., & Deary, I. J. (2015). Genetics and intelligence differences: five special findings. *Molecular psychiatry, 20*(1), 98-108.
- Posner, M. I., Sheese, B. E., Odludaş, Y., & Tang, Y. (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural networks, 19*(9), 1422-1429.
- Raven, J. (2003). Raven progressive matrices. In *Handbook of nonverbal assessment* (pp. 223-237). Boston, MA: Springer US.
- Reed, M., Pien, D., & Rothbart, M. (1984). Inhibitory self-control in preschool children. *Merrill Palmer Quarterly, 30*(2), 131-147.
- Reynolds, C. R., & Kamphaus, R. W. (1992). *BASC: Behavior assessment system for children*. American Guidance Service

- Robbins, T. W., James, M., Owen, A. M., Sahakian, B. J., Lawrence, A. D., McInnes, L., & RABBITT, P. M. (1998). A study of performance on tests from the CANTAB battery sensitive to frontal lobe dysfunction in a large sample of normal volunteers: Implications for theories of executive functioning and cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4(5), 474-490.
- Roberts, J. M., Price, J. R., & Malkin, C. (2007). Language and communication development in down syndrome. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 13(1), 26–35.
- Rowe, J. H., Lavender, A., & Turk, V. (2006). Cognitive executive function in Down’s syndrome. *British Journal of Clinical Psychology*, 45(1), 5–17.
- Rozas, A. X. P., Juncos-Rabadán, O., & González, M. S. R. (2008). Processing speed, inhibitory control, and working memory: three important factors to account for age-related cognitive decline. *The International Journal of Aging and Human Development*, 66(2), 115-130.
- Rutherford, M. D., & Rogers, S. J. (2003). Cognitive underpinnings of pretend play in autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 33(3), 289-302.
- Sabbagh, M. A., Xu, F., Carlson, S. M., Moses, L. J., & Lee, K. (2006). The development of executive functioning and theory of mind: A comparison of Chinese and US preschoolers. *Psychological science*, 17(1), 74-81.
- Salthouse, T. A. (1992). Influence of processing speed on adult age differences in working memory. *Acta psychologica*, 79(2), 155-170.
- Schachar, R. J., Tannock, R., & Logan, G. (1993). Inhibitory control, impulsiveness, and attention deficit hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review*, 13(8), 721-739.
- Schworer, E. K., Fidler, D. J., Kaur, M., Needham, A., Prince, M. A., & Daunhauer, L. A. (2020). Goal-directed action planning in infants with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 64(9), 713–724.
- Schworer, E. K., Fidler, D. J., Kaur, M., Needham, A., Prince, M. A., & Daunhauer, L. A. (2021c). Infant precursors of executive function in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 66(1–2), 108–120.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 298(1089), 199-209.

- Silverman, W. (2007). Down syndrome: Cognitive phenotype. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 13(3), 228–236.
- Smuts, A. B., & Hagen, J. W. (1985). History of the family and of child development: Introduction to Part 1. *Monographs of the society for research in child development*, 50(4–5).
- Snyder, H. R. (2013). Major depressive disorder is associated with broad impairments on neuropsychological measures of executive function: a meta-analysis and review. *Psychological bulletin*, 139(1), 81-132.
- Snyder, H. R., Kaiser, R. H., Warren, S. L., & Heller, W. (2015). Obsessive-compulsive disorder is associated with broad impairments in executive function: A meta-analysis. *Clinical Psychological Science*, 3(2), 301-330.
- Snyder, H. R., Miyake, A., & Hankin, B. L. (2015). Advancing understanding of executive function impairments and psychopathology: bridging the gap between clinical and cognitive approaches. *Frontiers in psychology*, 6, 328.
- Stankov, L. (2010). Unforgiving Confucian culture: A breeding ground for high academic achievement, test anxiety and self-doubt?. *Learning and Individual Differences*, 20(6), 555-563.
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. American chemical society.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643-662.
- Stuss, D. T., & Benson, D. F. (1986). *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- Thorell, L. B., Eninger, L., Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2010). Childhood Executive Function Inventory (CHEXI): A promising measure for identifying young children with ADHD?. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 32(1), 38-43.
- Thorell, L. B., & Nyberg, L. (2008). The Childhood Executive Functioning Inventory (CHEXI): A new rating instrument for parents and teachers. *Developmental neuropsychology*, 33(4), 536-552.
- Tobin, J. J., Wu, D. Y., & Davidson, D. H. (1989). *Preschool in three cultures: Japan, China, and the United States*. Yale University Press.
- Tomaszewski, B., Fidler, D., Talapatra, D., & Riley, K. (2018). Adaptive behaviour, executive function and employment in adults with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 62(1), 41-52.

- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner Review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *54*(2), 131–143.
- Tourangeau, K., Nord, C., Lê, T., Sorongon, A. G., Hagedorn, M. C., Daly, P., & Najarian, M. (2015). Early Childhood Longitudinal Study, Kindergarten Class of 2010-11 (ECLS-K: 2011). User's Manual for the ECLS-K: 2011 Kindergarten Data File and Electronic Codebook, Public Version. NCES 2015-074. *National Center for Education Statistics*.
- Travers-Hill, E., Dunn, B. D., Hoppitt, L., Hitchcock, C., & Dalglish, T. (2017). Beneficial effects of training in self-distancing and perspective broadening for people with a history of recurrent depression. *Behaviour Research and Therapy*, *95*, 19-28.
- Tungate, A. S., & Conners, F. A. (2021). Executive function in Down syndrome: A meta-analysis. *Research in Developmental Disabilities*, *108*, 103802.
- Van Deusen, K., Prince, M. A., Thurman, A. J., Esbensen, A. J., Patel, L., Abbeduto, L., Walsh, M. M., Daunhauer, L. A., Feigles, R. T., & Fidler, D. J. (2023). Evaluating an adapted reverse categorisation task to assess cognitive flexibility in young children with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, *67*(8), 734–745.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. (1991). A normative-developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental neuropsychology*, *7*(2), 131-149.
- Will, E., Fidler, D. J., Daunhauer, L. A., & Gerlach-McDonald, B. (2016d). Executive function and academic achievement in primary - grade students with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, *61*(2), 181–195.
- Willoughby, M. T., Wylie, A. C., & Little, M. H. (2019). Testing longitudinal associations between executive function and academic achievement. *Developmental psychology*, *55*(4), 767-779.
- Wilson, B. A., Evans, J. J., Alderman, N., Burgess, P. W., & Emslie, H. (2004). Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome. *Methodol Front Exec Funct*, *5*, 232-243.
- Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature protocols*, *1*(1), 297-301.
- Zelazo, P. D. (2015). Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, *38*, 55-68.

- Zelazo, P. D. (2020). Executive function and psychopathology: A neurodevelopmental perspective. *Annual review of clinical psychology*, *16*(1), 431-454.
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child development perspectives*, *6*(4), 354-360.
- Zelazo, P. D., & Jacques, S. (1997). Children's rule use: Representation, reflection, and cognitive control. *Annals of child development*, *12*, 119-176.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. *Blackwell handbook of childhood cognitive development*, 445-469. Oxford, UK: Blackwell.