

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di laurea in Clinica dello Sviluppo

Tesi di laurea magistrale

**Lo sviluppo cognitivo in bambini prematuri: outcome attentivi
e di memoria a 12 mesi di età corretta**

**The cognitive development in preterm infants: attentional and memory
outcomes at 12 months of corrected age**

Relatrice

Prof.ssa Elisa Di Giorgio

Correlatrici

Dott.ssa Sabrina Brigadoi

Dott.ssa Chiara Lasagni

Laureanda

Miriam Raffin

Matricola

2050654

Anno accademico 2022-2023

INDICE

INTRODUZIONE.....	4
CAPITOLO 1.....	6
1.1 Cause e fattori di rischio della nascita a pretermine.....	7
1.2 L'approccio neurocostruttivista alla nascita a pretermine.....	8
1.3 Le implicazioni cliniche della prematurità	10
CAPITOLO 2.....	13
2.1 Lo sviluppo tipico dell'attenzione visiva	13
2.2 Lo sviluppo atipico dell'attenzione visiva nella prematurità.....	17
2.3 Sviluppo tipico della memoria breve termine visuo-spaziale	18
2.4 Sviluppo atipico della memoria breve termine visuo-spaziale nella prematurità.....	22
CAPITOLO 3.....	25
3.1 Introduzione alla ricerca	25
3.1.1 Lo scopo di Ricerca	25
3.1.2 Le ipotesi di Ricerca	25
3.2 Metodo di Ricerca	26
3.2.1 Il Campione.....	26
3.2.2 La procedura e materiali di ricerca	26
3.4 Analisi dei dati di ricerca.....	32
3.4.1 La statistica descrittiva	32
3.5 Risultati.....	36
3.6 Discussione.....	37
CAPITOLO 4.....	41
4.1 le conclusioni di ricerca	41
4.2 limiti e implicazioni cliniche.....	43
BIBLIOGRAFIA.....	45

INTRODUZIONE

La prematurità è un momento critico che apre la strada a possibili traiettorie evolutive atipiche. Sulla base del grado di immaturità, infatti, il bambino può presentare problematiche di natura fisica, neuropsicologica e socio-relazionale.

L'elaborato presenta uno studio che contribuisce ad un progetto di ricerca più esteso riguardante *outcome* neuroevolutivi in bambini prematuri monitorati a livello glicemico con nuove tecniche.

In questo specifico studio l'obiettivo pone il suo focus su indici precoci atipici di uno sviluppo attentivo e mnemonico alterati ad 1 anno di età in bambini nati pretermine. In particolare, i prematuri sembrano manifestare difficoltà nel meccanismo attentivo dell'*orienting* e del disancoraggio visivo, e di memoria visuo-spaziale a breve termine.

Nel primo capitolo si approfondisce l'aspetto della prematurità assieme alle cause e fattori di rischio, ed alle implicazioni cliniche a seguito di un parto pretermine. Questo capitolo, inoltre, invita ad adottare un'ottica neurocostruttivista alla prematurità come chiave di lettura di tutta la ricerca.

Nel secondo capitolo si fornisce un'analisi di quanto emerge in letteratura riguardo il disancoraggio visivo e la memoria visuo-spaziale durante il primo anno di vita di uno sviluppo tipico e atipico, con riferimento alla prematurità.

Nel terzo capitolo sono illustrate le ipotesi di ricerca, il campione, la procedura e il metodo di ricerca utilizzati. Nell'ultima parte del capitolo vengono riportate, inoltre, le analisi descrittive effettuate nello studio con i relativi risultati e la discussione finale.

Il quarto, e ultimo capitolo, è dedicato alle conclusioni fornendo un breve riepilogo, i limiti e le implicazioni cliniche ed educative della ricerca presentata.

CAPITOLO 1

LA PREMATURITÀ

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) definisce *nascita a pretermine* quando questa avviene prima della 37^a settimana di gestazione. Per età gestazionale si intende la differenza che intercorre tra i 14 giorni prima dalla data del concepimento e quella del momento del parto; un modello per i neonatologici questo, di categorizzazione temporale utilizzato per descrivere la maturazione fetale e non l'età effettiva embrionale (Siamo, 2022).

Possiamo distinguere diversi gradi di immaturità considerando l'età gestazionale, il peso e il rapporto fra questi due, ovvero la cosiddetta “appropriatezza per la gestazione” che può essere adeguata (*Appropriate for Gestational Age*) o non adeguata (*Small for Gestational Age*).

Secondo l'età gestazionale possiamo quindi avere:

- *Middle o moderate-late preterm* (moderatamente pretermine): età gestazionale <37 e ≥ 32 settimane. Categoria nella quale ritroviamo l'80% dei casi;
- *Very preterm* (altamente pretermine): età gestazionale <32 e ≥ 28 settimane, con una percentuale del 15% delle nascite a pretermine;
- *Extremely preterm* (estremamente a pretermine): età gestazionale <28 settimane, nella quale vi è il 5% dei bambini prematuri.

Secondo il peso alla nascita, la classificazione è la seguente:

- *Low birth weight*: $<2500\text{g}$ e $\geq 1500\text{g}$;
- *Very low birth weight*: $<1500\text{g}$ e $\geq 1000\text{g}$;
- *Extremely low birth weight*: $<1000\text{g}$ (Blencowe et al., 2013; Vicari et al., 2017).

La prematurità oggi non è un evento così raro tanto che, secondo il rapporto CeDAP (Certificato dell'assistenza al parto) del 2021 del Ministero della Salute, in Italia nascono circa 25000 bambini prematuri (c.a 6,4% delle nascite), dei quali il 75,6% ha un'età gestazionale dalla 34^a alla 36^a settimana al momento del parto (Boldrini et al., 2021).

L'OMS e l'UNICEF hanno censito dal 2010 al 2020 un'alta percentuale di parti a pretermine. Le nascite premature registrate in questo decennio sono state circa 152 milioni e solo nel 2020 sono nati 13,4 milioni di prematuri di cui 1 milione non è sopravvissuto per complicanze mediche (Day, 2022; Nations et al., 2023).

L'elevato tasso di prematurità ha allarmato l'Organizzazione Mondiale della Sanità tanto da pubblicare nel 2023 nuove norme di prevenzione e di cura al neonato prematuro. Semplici interventi come la *Kangaroo Therapy*, il precoce inizio all'allattamento al seno e alcuni nuovi farmaci sembrano ridurre la mortalità neonatale (WHO, 2018).

1.1 CAUSE E FATTORI DI RISCHIO DELLA NASCITA A PRETERMINE

Le cause che in letteratura vengono riportate come spiegazione di un parto pretermine sono molteplici.

Innanzitutto, la prematurità di un travaglio, e di un parto successivo, può essere non solo spontaneo ma anche indotto. Un parto iatrogeno (indotto) pretermine, effettuato attraverso un intervento ostetrico considerato necessario, sembra perfino abbassare i tassi di mortalità neonatale secondo alcuni studi scientifici. Infatti, esistono svariati fattori che portano a pensare che il prolungamento della gravidanza possa essere pericoloso per la vita della madre e/o per quella del feto, come ad esempio la sofferenza fetale. Nello specifico le cause di parto prematuro possono riguardare:

- il feto come la sofferenza fetale;
- le gestazioni multiple e le malformazioni fetali congenite;
- problematicità a livello di placenta come placenta previa o il distacco della placenta;
- cause non chiare o non specificabili come la rottura prematura della membrana;
- aspetti legati alla madre come patologie croniche, disturbi medici già presenti nell'anamnesi remota, infezioni intrauterine, obesità o denutrizione;
- il fumo oltre l'uso di sostanze alcoliche e di stupefacenti.

È interessante osservare che perfino il livello socioeconomico e ambientale possono influire nel verificarsi di un parto pretermine, insieme ad eventi stressanti ed assistenza inadeguata prenatale (Platt, 2014; Vicari et al., 2017)

Secondo alcuni rapporti UNICEF e OMS il luogo in cui il bambino nasce condiziona le sue aspettative di vita tanto che solo 1 neonato *extremely preterm* su 10 sopravvive nei Paesi a basso reddito, contrariamente da quanto accade nei Paesi ad alto reddito (rapporto 9 su 10). (*Quotidianosantà.It*, 2023). L'Asia meridionale e l'Africa subsahariana rappresentano il 65% delle nascite a pretermine e in questi territori la mortalità neonatale dopo un parto a pretermine ha una percentuale elevata. Ulteriori fattori che dai rapporti OMS sembrano incrementare i parti a pretermine sono i conflitti bellici, il sopraelevato costo della vita, il COVID-19, danni e

cambiamenti climatici. Riguardo a quest'ultimo pare che l'inquinamento atmosferico sia responsabile di ben 6 milioni di nascite pretermine ogni anno (Nations et al., 2023).

Esistono quindi molteplici fattori di rischio che conducono ad un parto a pretermine per i quali si possono adottare alcune prevenzioni.

1.2 L'APPROCCIO NEUROCOSTRUTTIVISTA ALLA NASCITA A PRETERMINE

Per comprendere meglio il prossimo paragrafo dedicato all'insorgenza di implicazioni cliniche legate al tempo della prematurità del parto ed il successivo sviluppo del neonato, è utile adottare un approccio neurocostruttivista.

Questo approccio considera lo sviluppo come un processo proattivo, costruttivo e interattivo tra ambiente e individuo. Oltre ad appoggiarsi all'idea piagetiana di vedere lo sviluppo come un processo e quindi porre l'enfasi sul *come* avviene lo sviluppo, il neurocostruttivismo si costruisce su quattro dimensioni principali. La prima dimensione pone lo sviluppo come sviluppo sociale, dove le informazioni sociali dell'ambiente guidano sin da subito il neonato a cogliere e identificare input ambientali utili per il suo apprendimento e il suo sviluppo. Infatti esistono molteplici ricerche che dimostrano una predisposizione già a 18 mesi di imitare più facilmente comportamenti similmente sociali piuttosto che a quelli non sociali (Tanaka et al., 2007).

La seconda dimensione considera lo sviluppo come computazionale, ovvero ritiene che al momento della nascita ci siano delle predisposizioni cognitive di base nella mente del bambino per permettergli di pianificare comportamenti adattivi per il suo sviluppo. Un esempio di predisposizione o vincolo computazionale è la capacità dei neonati di estrarre delle regolarità dall'ambiente, come ad esempio la capacità di categorizzare. La categorizzazione percettiva permette al neonato di individuare dimensioni rilevanti degli input ambientali categorizzandoli per poi distinguerli da eventuali nuovi stimoli.

La terza dimensione riguarda la relazione che intercorre tra mente e cervello. Il funzionamento cognitivo è il prodotto dell'architettura neuronale del cervello che a sua volta si modifica con il suo stesso funzionamento. Il cervello, infatti, sembra essere l'unico organo che si organizza e riorganizza grazie al suo funzionamento e agli input ambientali.

L'ultima dimensione pone l'attenzione sulla relazione che esiste tra percezione e azione per lo sviluppo della mente. Questo stretto legame tra corpo e mente è continuo ed è osservabile nella quotidianità: un esempio è l'azione imitativa di un bambino (azione fisica) di qualcosa che ha visto

fare da altri (mente-percezione). Talmente è stretto e inscindibile questo legame che si parla oggi di *embodied cognition* ¹.

Dunque, considerate le quattro dimensioni, per il neurocostruttivismo studiare lo sviluppo significa osservare il processo di interazione bidirezionale e dinamica tra l'ambiente e l'individuo, in modo particolare tra i vincoli (predisposizioni) genetici e biologici dell'individuo con gli input ambientali con i quali esso viene a contatto.

Di conseguenza, la differenza che intercorre tra uno sviluppo tipico e uno atipico è proprio le modalità e il *timing* con cui questi fattori individuali e ambientali interagiscono fra loro. Non a caso nell'approccio neurocostruttivista si riprende anche il concetto di epigenesi. Questo termine, che rimanda al paesaggio epigenetico di Waddington², sottolinea come lo sviluppo sia un processo probabilistico e di crescente differenziazione e specializzazione dell'organismo. A partire da una base di equipotenzialità, ciascun individuo può tracciare diversi percorsi nel corso del suo sviluppo strutturandosi via via in sistemi sempre più complessi. Lo sviluppo è una trasformazione non solo a livello quantitativo, ma anche a livello qualitativo e la connotazione di atipicità dello sviluppo identifica proprio la diversità della traiettoria evolutiva rispetto alla norma (Valenza et al., 2019).

Esistono periodi particolarmente vulnerabili nel percorso evolutivo, finestre temporali sensibili nelle quali la plasticità neuronale è massima. La creazione di nuovi network neurali e l'acquisizione di alcune nuove competenze in questa fase è fondamentale e sono alla base di processi cognitivi superiori. Un arco temporale estremamente delicato riguarda i "primi 1000 giorni", periodo che va dal concepimento al compimento del secondo anno di vita. In questa fase la mente e il corpo sono un tutt'uno e le stimolazioni ambientali ricevute dal feto, prima e dal neonato, poi condizionano il suo sviluppo motorio, sensoriale, cognitivo ed emozionale (Law, 2017; Vicari et al., 2017).

Un parto a pretermine può essere visto come un evento critico perchè interferisce con il normale procedere dello sviluppo del sistema nervoso centrale (SNC) del feto, imponendosi come vincolo atipico.

Dunque, minore è il tempo di vita intrauterina maggiori saranno le implicazioni cliniche future del bambino.

¹ *Embodied cognition* o cognizione incarnata. Approccio secondo il quale la mente e il comportamento motorio sono interconnessi fra di loro. Per questo motivo si ritiene che per comprendere i processi cognitivi si debba tenere in considerazione il corpo e le stimolazioni sensoriali che esso riceve dall'ambiente (Schneegans & Schöner, 2008).

² Paesaggio epigenetico di Waddington: raffigurazione di Conrad Hal Waddington biologo inglese utilizzata per descrivere come lo sviluppo possa intraprendere diverse rotte evolutive. Il biologo inglese rappresenta il concetto epigenetico attraverso la descrizione di una pallina e i diversi percorsi che essa può intraprendere lungo la vallata. Secondo Waddington la traiettoria evolutiva della pallina è il frutto di scambi interattivi e bidirezionali fra input ambientali e fattori intrinseci della pallina (Waddington, 1958).

Sebbene le cure della terapia intensiva neonatale (TIN) permettono al neonato prematuro di continuare il suo processo di maturazione neurale, l'ambiente ospedaliero porta con sé iperstimolazione e ipostimolazioni. Le forti luci, i rumori e le tecniche invasive della TIN mettono eccessivamente alla prova il SNC del neonato e, al tempo stesso, l'incubatrice nel quale viene tenuto lo priva del contenimento uterino materno e del ritmo cardiaco calmante della madre.

A tutti gli effetti questo processo di maturazione neurale in un ambiente artificiale determina già una traiettoria evolutiva atipica e potenzialmente critica per lo sviluppo neuropsicologico del neonato (Valenza et al., 2019).

Approcciarsi al tema di sviluppo e nello specifico di prematurità con uno sguardo neurocostruttivista permette di riconoscere che alcune competenze di dominio specifico si costruiscono su abilità base di dominio generale. Per questo motivo le implicazioni cliniche di un evento atipico, come il parto pretermine, possono essere molteplici e molto differenti a seconda del momento in cui queste accadono (Karmiloff-smith, 1992; Valenza et al., 2019).

1.3 LE IMPLICAZIONI CLINICHE DELLA PREMATURITÀ

Il grado di immaturità porta con sé problematiche di natura medica a livello fisico, di natura neuropsicologica e socio-relazionale che si possono manifestare nel corso dello sviluppo.

Un parto a pretermine è uno dei fattori principali di mortalità neonatale e le prime complicazioni cliniche emergenti riguardano l'immaturità fisica di alcuni organi. Ad esempio, displasia broncopolmonare, apnea e sindrome di distress respiratorio sono problematiche a carico del sistema respiratorio ancora non del tutto formato; oppure si possono rilevare patologie cardiovascolari, ematologiche, gastrointestinali, metaboliche endocrine, paralisi cerebrali, infezioni e patologie del sistema nervoso centrale come la retinopatia del prematuro e l'encefalopatia ipossico-ischemica (Platt, 2014; Vicari et al., 2017).

Alcune di queste patologie sono comuni nei bambini nati a pretermine, come la presenza di ipoglicemia. Livelli alterati di glicemia nel sangue nei primi giorni di vita sono molto frequenti soprattutto quando il peso alla nascita è estremamente basso. Le cause di queste alterazioni possono essere differenti, anche se sicuramente il fattore principale è l'insulina. Infatti livelli alterati di glucosio sono influenzati anche dall'ormone della crescita, dal cortisolo e dall'ormone tiroideo (Lattari Balest, 2022). È possibile osservare, più di rado, livelli di iperglicemia in questi neonati dovuti al distress fisiologico della chirurgia, della ipossia e del distress respiratorio (Dysart et al., 2023).

In letteratura scientifica fluttuazioni glicemiche sembrano avere un risvolto non solo nella salute fisica ma anche in quella neuropsicologica. Questa ricerca, infatti, fa parte di uno studio più ampio che ha l'obiettivo di esaminare come le fluttuazioni glicemiche e le somministrazioni tempestive o meno dell'insulina possano avere una ricaduta sullo sviluppo neurocognitivo a 1 e 2 anni di vita.

Studi di neuroimaging hanno dimostrato come vi siano delle alterazioni anche nell'anatomia cerebrale in bambini prematuri. In primis si osserva fino all'età scolare una ridotta superficie corticale e un ridotto volume del cervelletto in questa popolazione. Ancora, in età adulta sono state registrate delle anomalie cerebrali in soggetti nati a pretermine specificatamente nella sostanza bianca (Olsen et al., 2018; Valenza et al., 2019).

Di conseguenza si può pensare che nei primi anni di vita del bambino la presenza di ritardi cognitivi e motori non sia da escludere, soprattutto per i neonati *extremely preterm*. Alcuni articoli, anche se discordanti, hanno riportato problemi di memoria, attenzione e di integrazione visuomotoria e a livello di funzioni esecutive in tutti i gradi di prematurità (Valenza et al., 2019). Queste funzioni permettono l'acquisizione di molte competenze essenziali per lo sviluppo dell'individuo. Alcuni ricercatori hanno mostrato come i neonati al di sotto della 32^a settimana di gestazione presentano in età prescolare e scolare difficoltà linguistiche e di apprendimento che perdurano fino all'età adolescenziale. Se aspetti linguistici come la produzione lessicale e le competenze metalinguistiche (consapevolezza fonologica) sono fragili, le difficoltà di apprendimento nel bambino accrescono (Guarini et al., 2010; Vicari et al., 2017).

Infine, con la nascita prematura di un neonato la famiglia può incorrere in problematiche relazionali. In tal senso si riportano casi in cui queste difficoltà di sincronizzazione relazionale nella diade madre-bambino possono essere correlate a difficoltà da parte del bambino mantenere lo sguardo materno, ad una più lenta elaborazione dei volti e difficoltà digestive (Valenza et al., 2019). Inoltre, anche il pianto del prematuro può risultare modificato a causa della sua immaturità e apparire più avversivo alterando anche gli scambi comunicativi (Frodi et al., 1978; Michelsson et al., 1983).

Un ulteriore fattore di interferenza nei primi scambi relazionali è uno stato di stress, ansia e depressione materna nel post partum che porta la madre ad adottare un comportamento intrusivo o non responsivo con il figlio (Valenza et al., 2019).

Dunque, sappiamo che il parto prematuro è una delle maggiori cause di mortalità neonatale e vincolo atipico che apre la strada a molteplici criticità nel corso dello sviluppo. Tuttavia, il tempo di prematurità e l'ambiente di cura ricoprono un ruolo centrale per un *outcomes* di salute fisica, neuropsicologica e socioemotiva del bambino.

CAPITOLO 2

LO SVILUPPO DELL'ATTENZIONE E DELLA MEMORIA VISIVE

NELLO SVILUPPO TIPICO ED ATIPICO

L'attenzione e la memoria visive permettono fin dalla nascita di muoverci nel mondo selezionando e acquisendo informazioni nel miglior modo possibile.

Un progredire tipico e continuo del sistema attentivo e della memoria in un individuo sono di vitale importanza per uno sviluppo cognitivo nella norma. Indicativi sono i casi in cui il verificarsi di deficit in tali funzionamenti di base genera nel corso dello sviluppo una serie a cascata di problematiche in competenze più complesse, come ad esempio difficoltà nella flessibilità cognitiva, nelle capacità cognitive e nell'apprendimento scolastico (Perra et al., 2020).

2.1 LO SVILUPPO TIPICO DELL'ATTENZIONE VISIVA

Possiamo considerare l'attenzione come un sistema multicomponenziale costituito da 3 principali meccanismi attentivi: allerta o vigilanza, orientamento e controllo esecutivo attentivo. Il modello di riferimento che adotta questa visione è quello di Posner (Posner & Petersen, 1990; Posner, 1995).

L'ultimo meccanismo nominato, il controllo esecutivo, ha la funzione di integrare e controllare le molteplici informazioni ricevute. La sede neurale di questo meccanismo attentivo è la corteccia prefrontale mediale, associata a funzioni esecutive superiori come l'inibizione, la pianificazione, il monitoraggio, la memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva (Perra et al., 2020; Valenza et al., 2019).

Mentre il primo meccanismo citato è l'allerta o vigilanza (*alerting*) che permette di raggiungere e mantenere le informazioni. Possiamo suddividere *alerting* in una componente tonica, responsabile dello stato di attivazione generale che determina il mantenimento volontario dell'attenzione (attenzione sostenuta), e in una componente fasica, ovvero uno stato di allerta transitorio dove l'attenzione viene catturata automaticamente e che dipende dalle caratteristiche dello stimolo (Posner & Petersen, 1990).

La capacità di orientare la propria attenzione verso un'area del nostro campo visivo riguarda il meccanismo di orientamento (*orienting*) descritto da Posner. Una volta che il sistema di allerta è stato attivato, l'individuo può orientare la propria attenzione volgendo lo sguardo o il capo verso lo stimolo, volontariamente o meno. Il *cue* che elicitava l'*orienting* può essere perciò esogeno o endogeno (Figura 1 e Figura 2). Il modello di Posner (1990;1995) separa il processo di orientamento in 3 fasi: il disancoraggio (*disengage*), lo spostamento (*shifting*) e l'ancoraggio (*engage*). Il disancoraggio è una

delle fasi fondamentali dell'orientamento perché consente al soggetto di distogliere lo sguardo da uno stimolo (*disengage*), solo successivamente l'individuo potrà spostare la sua attenzione (*shifting*) e ancorarla presso un altro stimolo (*engage*) (Posner & Petersen, 1990). Questo meccanismo comporta quindi una diminuzione dell'attività di fissazione da parte dell'individuo e un successivo movimento della saccade (Hayward & Ristic, 2013; Posner et al., 1987).

Risultati del paradigma di Posner (orientamento involontario)

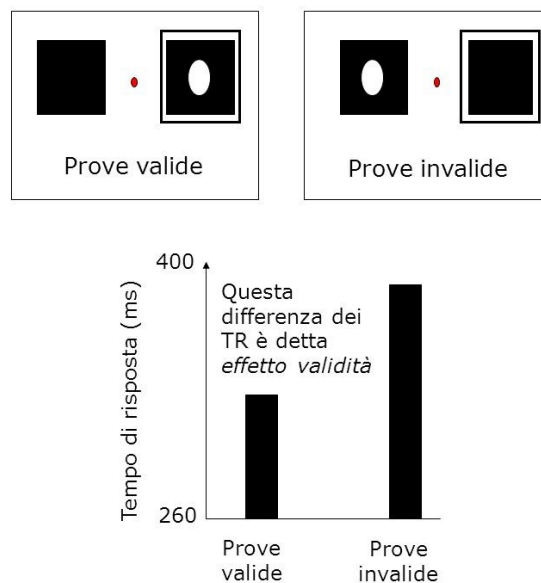


Figura 1: Rappresentazione del paradigma di Posner per l'orientamento involontario e i risultati raccolti sui tempi di reazione sia nelle prove valide e prove invalide.

Risultati del paradigma di Posner (orientamento volontario)

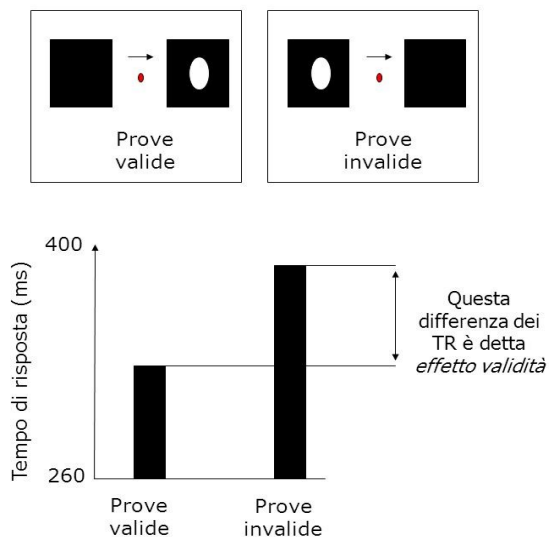


Figura 2: Rappresentazione del paradigma di Posner per l'orientamento volontario e i risultati raccolti sui tempi di reazione sia con prove valide e prove invalide.

Il paradigma proposto da Posner per studiare l'orientamento visivo prevede l'utilizzo di *cueing* spaziali che elicitano un orientamento automatico o involontario (Figura 1) o un orientamento volontario (Figura 2). Quest'ultimo richiede di fatto processi cognitivi per interpretare il *cue* affinché esso risulti un facilitatore per il compito. Il partecipante deve spostare preventivamente l'attenzione nella posizione dello stimolo target il più velocemente possibile, sfruttando il suggerimento spaziale. Tuttavia il *cue* spaziale non fornisce una completa certezza sulla posizione dello stimolo target ma una elevata probabilità. In entrambi gli esperimenti vengono mostrate infatti sia prove valide, caratterizzate da corrispondenza tra la posizione spaziale del *cue* e dello stimolo target e prove invalide, dove le due posizioni spaziale non coincidevano (Posner 1980-1987).

Un modo per indagare il meccanismo di disancoraggio in letteratura è l'uso del paradigma *Gap-Overlap*, che misura la velocità con la quale questo meccanismo viene messo in atto di fronte alla visione di uno stimolo target presentato (*overlap*) o meno (*gap*) con un altro stimolo nel *display* (Valenza et al., 2019). Questo paradigma ha lo scopo, quindi, di osservare la capacità e la facilità con la quale l'individuo è in grado di disimpegnare lo sguardo e ri-orientarlo secondo livelli di competizione visiva differenti: dalla condizione *gap*, meno competitiva a quella più competitiva, *overlap*. Le risposte ottenute da questo paradigma sono di tipo comportamentale e riguardano il tempo e la direzione dei movimenti saccadici a seconda della condizione presentata. Si suppone che lo studio dei movimenti saccadici possa riflettere i diversi processi attentivi e l'attivazione di correlati neurali

(Siqueiros Sanchez et al., 2020). In generale in letteratura i dati raccolti attraverso il *Gap Overlap task* mostrano tempi di latenza saccadica (lasso temporale tra l'inizio e la fine della saccade) inferiori quando la condizione proiettata sullo schermo è di tipo *gap* rispetto alla condizione di sovrapposizione o *overlap* (Özyurt & Greenlee, 2011). Dunque maggiore è la differenza tra le latenze nelle due situazioni, maggiore è l'effetto chiamato "*gap-overlap*" perché dato dalla sottrazione tra le medie *overlap* e le medie *gap*.

Specialmente nel primo anno di vita questa discrepanza di prestazione tra le due condizioni risulta più marcata. La difficoltà di disimpegnare lo sguardo e diminuire l'attività di fissazione verso uno stimolo visivo per un bambino è maggiore quando il disimpegno non avviene in modo automatico, come quando si è di fronte ad una competitività di stimoli (Kano et al., 2011; Matsuzawa & Shimojo, 1997; Özyurt & Greenlee, 2011).

È noto che nei primi 3 mesi di vita il bambino possiede una prima forma di attenzione visiva definita "obbligatoria". Con il termine "*pursuing*", si identifica proprio questo meccanismo di attenzione esogena, caratterizzata da movimenti saccadici "a scatto" e non volontari che portano il bambino ad avere difficoltà a disancorare lo sguardo con tempi di fissazione lunghi (Matsuzawa & Shimojo, 1997; Özyurt & Greenlee, 2011). Solo a cominciare dal terzo mese si può osservare un'anticipazione del movimento saccadico come forma precoce di controllo endogeno dell'attenzione. Infatti, al quarto mese l'attenzione diventa endogena. L'individuo, quindi, è in grado di inibire informazioni distraenti, di localizzare gli stimoli ambientali e organizzare una risposta adeguata secondo la sua volontà (Vicari et al., 2017). Johnson con il compito antisaccadico (*Antisaccade task*, 1995) conferma le capacità inibitorie saccadiche automatiche all'età di 4 mesi.

La saccade viene elicitata automaticamente alla comparsa improvvisa di uno stimolo periferico e con l'*Antisaccade task* si può osservare l'abilità dell'individuo nel sopprimere questa risposta prepotente e automatica (pro-saccade) volgendo il proprio sguardo nella direzione opposta (movimento antisaccade) (Johnson, 1995).

Gli studi che hanno impiegato il paradigma *Gap Overlap* rilevano inoltre che le latenze saccadiche hanno un effetto *gap* e un effetto *overlap* migliore con l'aumentare dell'età, ovvero i tempi di latenza sono più brevi in entrambi i casi. Ma tale miglioramento non appare così evidente tra il terzo e il sesto mese di vita (Hood & Atkinson, 1993; Van der Stigchel et al., 2017). L'incremento di questa abilità è sostenuto dalla maturazione corticale. Esemplicativa è la risposta neurale frontale dell'individuo quando viene posto di fronte alla visione di uno stimolo. L'area dell'emisfero che si attiva diventa ipsilaterale allo stimolo solo con l'accrescere dell'età e questa lateralizzazione emisferica viene associata ad una maggiore capacità di spostamento attentivo (Kulke et al., 2017).

La base neurale dell'*orienting* risiede nella corteccia fronto-parietale ventrale. In modo particolare i campi oculari frontali e il collicolo superiore sembrano essere essenziali nella preparazione motoria dei movimenti saccadici (Kano et al., 2011; Özyurt & Greenlee, 2011).

La veloce maturazione di queste aree cerebrali consente l'*orienting* di essere un meccanismo attentivo molto precoce. La sua presenza sin dalla nascita e il suo rapido sviluppo nel corso del primo anno di vita permette all'individuo di dirigere l'attenzione su alcuni aspetti del mondo determinando così il suo modo di interagire con esso sin dalla tenera età (Atkinson, 1984; Siqueiros Sanchez et al., 2020).

2.2 LO SVILUPPO ATIPICO DELL'ATTENZIONE VISIVA NELLA PREMATURITÀ

Come esposto in precedenza, grazie l'attenzione si può selezionare e filtrare le informazioni necessarie per il proprio sviluppo e adattarsi all'ambiente circostante (Siqueiros Sanchez et al., 2020). Per questo motivo l'osservazione dello sviluppo attentivo risulta essenziale perché è in grado di fornire alcuni campanelli di allarme di una traiettoria evolutiva diversa. Per esempio, il funzionamento anomalo del processo di selezione dell'attenzione genera caos nella lettura degli input ambientali e iperattiva il sistema di *arousal* mettendo sotto stress l'individuo e fornendo indici di sviluppo atipico futuro (Ross-Sheehy et al., 2017; Siqueiros Sanchez et al., 2020; Valenza et al., 2019).

Se consideriamo la nascita a pretermine come un primo vincolo atipico che interrompe l'ordinario processo evolutivo, è normale domandarsi se ci siano delle alterazioni anche nelle fasi dello sviluppo attentivo. In effetti, alcuni dati su bambini pretermine, che manifestano uno sviluppo apparentemente simile a quello di bambini nati a termine (a pari età corretta), confermano deficit attentivi e mostrano capacità di attenzione differenti (van de Weijer-Bergsma et al., 2008). Dunque i tre meccanismi attentivi di Posner (1990) presentati nel paragrafo precedente possono essere alterati a seguito di un parto prematuro (Burstein et al., 2021; Ross-Sheehy et al., 2017; van de Weijer-Bergsma et al., 2008). Riguardo l'orientamento visuo-spaziale la popolazione nata pretermine mostra alterazioni nell'uso di questo meccanismo nei primi 6 mesi. Sebbene la velocità di spostamento risulti più veloce, specialmente i primi 4 mesi, gli errori commessi nei compiti di spostamento attentivo dei prematuri sono considerati errori immaturi perché afferiscono a tempi di fissazione più lunghi (Hunnius et al., 2008; van de Weijer-Bergsma et al., 2008). Anche i risultati ottenuti da bambini nati sotto la 32^o settimana di gestazione denotano un più rapido disimpegno rispetto ai coetanei nati a termine fino al quarto mese di vita, seguito poi da un decremento di tale abilità (de Jong et al., 2015).

Alcune teorie propongono che questo iniziale vantaggio nel disancoraggio e nello spostamento visivo sia dovuto ad una prima esposizione alla vita extrauterina dell'individuo prematuro.

Si osserva, però, anche un decremento di questa velocità in età successive e una immatura capacità del sistema visivo attentivo di seguire le figure umane alla 16^o settimana. Questi risultati dimostrano l'importanza della maturazione di alcuni organi che non può essere sostituita in alcun modo da una maggiore esperienza nella vita extrauterina (Burstein et al., 2021; Hitzert et al., 2015; Hunnius et al., 2008; van de Weijer-Bergsma et al., 2008). Una tale spiegazione sosterebbe anche il manifestarsi di deficit nell'attenzione endogena di bambini nati a pretermine ed una loro propensione all'uso dell'orientamento visivo esogeno in infanzia (Burstein et al., 2021).

Con l'impiego di compiti simili al paradigma di Posner è possibile osservare tempi di orientamento attentivo più lenti in bambini di 5 mesi nati prematuramente rispetto ai loro coetanei in tutte le condizioni (De Schuymer et al., 2012; Ross-Sheehy et al., 2017).

Tuttavia entro i 10 mesi di vita questa differenza temporale dovuta alla loro lentezza nell'elaborazione dello stimolo periferico e nella programmazione dei movimenti oculari sembra uniformarsi con i coetanei nati a termine, anche quando vi è competitività tra lo stimolo centrale e quello periferico (Ross-Sheehy et al., 2017).

Il paradigma *Gap Overlap* rileva un effetto di latenza *gap-overlap* elevato in individui prematuri all'età di 4 mesi, evidenziando una maggior difficoltà da parte loro nell'orientare lo sguardo in situazioni *overlap*. Ancora una volta tale difficoltà sembra scemare entro il 6^o mese (De Schuymer et al., 2012).

La probabilità di incorrere in alterazioni a livello attentivo nel corso del primo anno di vita con conseguenti problematiche in diversi ambiti dello sviluppo è più elevata minore è l'età gestazionale dell'individuo. In generale sono più veloci, ma temporanei, gli spostamenti dello sguardo di bambini prematuri rispetto a quelli nati a termine nei primi 6 mesi. Ma è possibile che tale alterazione funzionale coinvolga individui a basso rischio. Di fatto bambini prematuri ad alto rischio presentano disimpegni più lunghi e tempi di fissazione maggiori che vengono associati a prestazioni inferiori di attenzione, abilità motorie e persino nella scrittura a mano. Un fattore discriminante fra i due gruppi di bambini nati prematuramente può essere l'inferiore età gestazionale dei secondi che comporta complicazioni perinatali e possibili danni cerebrali compromettendo alcune funzioni cognitive e i loro meccanismi, come nel caso dell'*orienting* (Butcher et al., 2002; Hitzert et al., 2015).

2.3 SVILUPPO TIPICO DELLA MEMORIA BREVE TERMINE VISUO-SPAZIALE

La memoria a breve termine visiva (*Visual Short Term Memory*, VSTM) emerge durante il primo anno di vita ed è una forma di memoria considerata simile alla memoria di lavoro perché adoperata al servizio di altri processi (Oakes et al., 2013).

La memoria visiva a breve termine permette di codificare, memorizzare temporaneamente stimoli visivi dando modo di confrontarli fra loro qualora vengano presentati contemporaneamente (Kwon et al., 2014; Martin & Becker, 2021). Infatti, le rappresentazioni che si creano in questo tipo di sistema mnemonico sono molto rapide, con una capacità di codifica limitata e un mantenimento dell'informazione breve (Oakes et al., 2013).

I paradigmi impiegati in letteratura per lo studio della VSTM utilizzano il più delle volte la preferenza visiva e i tempi di fissazione degli stimoli come elemento chiave in grado di fornire informazioni sulla capacità di memoria visiva e di riconoscimento nell'individuo. In questo modo si è potuto riscontrare la memoria visiva a breve termine in bambini di 4 mesi. Il rapido sviluppo della VSTM avviene durante tutto il primo anno di vita con un incremento importante dai 6 agli 8 mesi (Martin & Becker, 2021). Il paradigma dei flussi continui, compito comunemente impiegato nella VSTM, richiede al partecipante di osservare due flussi di stimoli continui (*array*) in uno schermo simultaneamente (Figura 3). Gli stimoli consistono in due o più quadrati colorati collocati a destra e a sinistra dello schermo. Per ogni *array*, uno solo dei quadrati verrà ripresentato sempre uguale sia per colore sia per posizione, mentre l'altro quadrato cambierà colore. Se il partecipante è in grado velocemente di codificare gli stimoli grazie l'uso della VSTM, si accorgerà del cambiamento dello stimolo (*changing stimulus*) e preferirà osservare quello anziché lo stimolo invariato (*no changing stimulus*). I bambini con un'età inferiore o uguale ai 6 mesi prediligono dirigere lo sguardo verso il *no changing stimulus*, soprattutto quando l'*array* presenta più elementi (Ross-sheehy et al., 2003). Anche se alcuni esperimenti con il compito "One Shot Change Detection Tria" (Figura 4) che lasciano più tempo di codificare degli stimoli, hanno notato come i bambini di 6 mesi percepiscano il cambiamento.

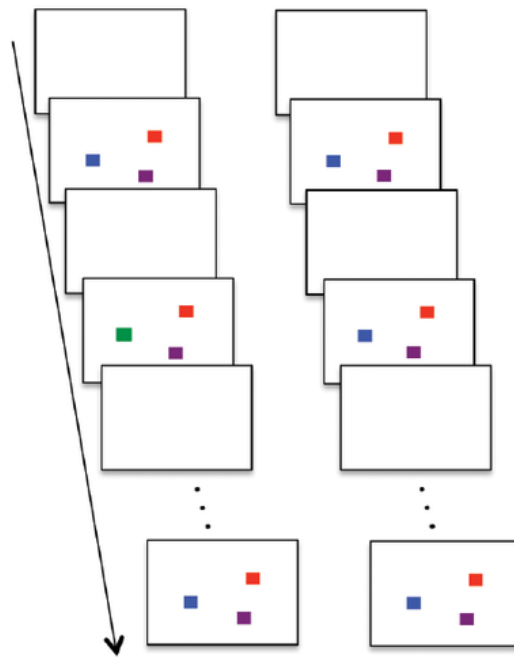


Figura 3: Rappresentazione del flusso continuo variabile, a sinistra, e invariabile, a destra, presentati simultaneamente nel paradigma dei flussi continui.

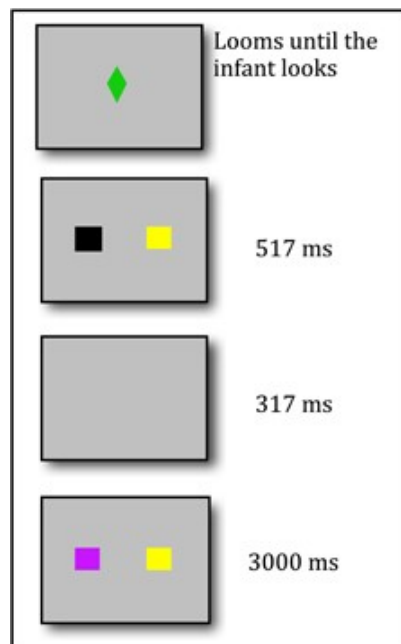


Figura 4: Rappresentazione sequenza di eventi nel paradigma *One Shot Change Detection Trial*.

Un lasso temporale di memorizzazione più simile al tempo di fissazione naturale determinerebbe una miglior individuazione e rappresentazione degli elementi visti simultaneamente (Kaldy & Blaser, 2013).

Diversamente tra gli 8 e i 10 mesi la preferenza visiva cade sullo oggetto che cambia indipendentemente dal numero degli elementi nell'*array* (Kwon et al., 2014; Ross-sheehy et al., 2003).

La prima interpretazione che viene data concerne lo sviluppo della capacità di memoria visiva a breve termine: minore è l'età del bambino inferiore sembra essere la possibilità di archiviazione nella VSTM (Oakes et al., 2013). Ma la preferenza visiva verso il flusso invariabile da parte dei bambini sotto ai 6 mesi rimane tale anche quando l'elemento da codificare è 1. Perciò la spiegazione di questo spostamento di preferenza visiva non può basarsi solo sulle abilità di VSTM corrispondenti all'età di sviluppo del bambino. È risaputo che i bambini più piccoli mettono in atto una codifica globale degli elementi di uno scenario visivo contenente più oggetti. Di conseguenza in un compito di flussi continui dove è necessario che le rappresentazioni vengano effettuate molto velocemente, solo i bambini più grandi possono ricordare le caratteristiche dei singoli elementi (Oakes et al., 2013).

Oltretutto se lo stimolo è un oggetto definito complesso (avente più particolari e colori) la risposta neurale registrata con i potenziali evocati è più forte rispetto ad una elicitata da uno stimolo semplice, ciò dimostra un maggior sforzo di codifica verso questi oggetti (Kwon et al., 2014).

Nel 2006 si è osservato che a partire dai 7,5 mesi i bambini sono capaci di unire il colore dell'oggetto (identità oggettuale) con la posizione spaziale ricoperta nello schermo analogamente ai bambini di 12 mesi. Pertanto, la fascia temporale tra il sesto e il settimo mese è caratterizzata da un rapido aumento delle abilità di archiviazione e di codifica della VSTM (Oakes et al., 2006).

In generale, i modelli sulla VSTM sono concordi nel ritenere che la capienza di codifica di questo sistema non sia basata tanto sul numero effettivo di stimoli memorizzati, ma che sia un compromesso tra il numero degli stimoli visivi osservati e la qualità della loro codifica. Perciò più è elevato il numero di elementi da codificare minore sarà la precisione della codifica e della memorizzazione degli elementi. Per di più la memoria visiva a breve termine è sensibile, secondo alcuni studi su adulti, alla somiglianza degli stimoli presentati. L'interpretazione all'effetto somiglianza è legata alla relazione che intercorre tra la memoria visiva a breve termine e l'attenzione, in quanto l'attenzione precoce opera sulle caratteristiche basi degli oggetti e non sulle loro caratteristiche specifiche (Martin & Becker, 2021).

2.4 SVILUPPO ATIPICO DELLA MEMORIA BREVE TERMINE VISUO-SPAZIALE NELLA PREMATURITÀ

Come accade per lo sviluppo attentivo, anche nello sviluppo della memoria ci possono essere delle alterazioni a seguito di un parto pretermine.

La manifestazione di deficit nella memoria emerge maggiormente in età scolare quando si evidenziano difficoltà di apprendimento. In letteratura, infatti, si riscontrano difficoltà di memoria in età prescolare, scolare e perfino in età adulta nella popolazione nata *very preterm* (Finke et al., 2015; Omizzolo et al., 2014; Vicari et al., 2004).

In modo particolare, alterazioni in compiti di memoria a breve termine visuo-spaziale e quella di lavoro si osservano già all'età di 12 e 22 mesi, sebbene tra il primo e il secondo anno di vita si registrino un incremento delle funzioni mnemoniche correlato al livello di sviluppo cognitivo e a comportamenti proattivi del bambino (Fernandez-Baizan et al., 2021).

L'ipotesi è che ci siano anomalie cerebrali alla base di queste disfunzioni. A sostegno, la casistica riporta bambini di età scolare (6-8 anni) nati prematuramente con anomalie strutturali cerebrali e di sincronizzazione fra le diverse aree corticali, alle quali è stata associata una conseguente difficoltà di elaborazione e di memoria visuo-spaziale. La vulnerabilità di tale funzionamento cognitivo è maggiore in questo tipo di popolazione avente un alto rischio di danni o disturbi neurologici in età precoce (Clark & Woodward, 2010; Doesburg et al., 2011).

Attraverso la risonanza magnetica somministrata in bambini nati molto pretermine sono state individuate alterazioni nella sostanza bianca e nel volume ippocampale. Queste osservazioni sono in linea con quelle riscontrate in soggetti adulti nati *very preterm* e in adulti con deficit nella memoria visiva breve termine (Finke et al., 2015; Menegaux et al., 2017; Woodward et al., 2005).

I compiti di preferenza visiva sono un valido aiuto per comprendere l'effettivo funzionamento della memoria visiva a breve termine, specialmente nell'arco del primo anno di vita dell'individuo. I bambini prematuri con un basso peso alla nascita (LBW e VLBW) ottengono punteggi inferiori rispetto al gruppo dei pari nati a termine nel riconoscimento di stimoli nuovi sia a 5, 7, 9 e 12 mesi (Jongbloed-Pereboom et al., 2012). I dati acquisiti attorno al 6 mese di età sono contrastanti fra loro. A 6 mesi i bambini sembra non siano capaci di rappresentare e immagazzinare gli stimoli già visionati tanto da non discriminare gli elementi di novità. Ma questa inabilità risiede nel loro significativo deficit di velocità dell'elaborazione dell'informazione visiva. Se il tempo a disposizione per la familiarizzazione degli stimoli viene prolungato, i bambini di 6 mesi nati pretermine dimostrano di essere in grado di codificare, di creare rappresentazioni e di mantenere in memoria gli stimoli presentati (S A Rose, 1983).

Inoltre stimolazioni sensoriali extra ricevute durante la prima settimana post partum portano benefici a lungo termine per l'individuo, visibili con prestazioni affini a quelle dei loro coetanei nati a termine (Susan A Rose, 1980).

I neonati prematuri di 7 mesi con un peso alla nascita inferiore ai 1500 grammi circa mostrano in prove di riconoscimento visivo tempi più lunghi di familiarizzazione e una minore preferenza visiva alle novità rispetto ai loro coetanei nati a termine. Tali evidenze rispecchiano deficit nella memoria di riconoscimento visivo e nella capacità di reclutare e sostenere l'attenzione. Infatti la memoria visiva a breve termine gioca un ruolo importante nel controllo dei movimenti saccadici, su cui poggia il paradigma della preferenza visiva (Mhatre V. Ho, Ji-Ann Lee & Dien et al., 2008).

CAPITOLO 3

LA RICERCA

3.1 INTRODUZIONE ALLA RICERCA

3.1.1 Lo scopo di Ricerca

Lo studio descritto in questo elaborato è parte di un progetto di ricerca più ampio con un focus principale riguardante gli *outcome* neuroevolutivi in bambini prematuri che sono stati sottoposti a recenti tecniche di monitoraggio della glicemia in continuo (CGM). La ricerca è costituita da un *follow up* di 2 anni di bambini nati sotto alla 37° settimana di gestazione presso l’Azienda Ospedaliera – Università di Padova. A partire da marzo 2020 è stato possibile raccogliere molteplici dati riguardanti non solo aspetti prettamente medici e sanitari, ma derivanti anche dalla somministrazione di test come la scala di sviluppo *Bayley*, il paradigma *Gap Overlap*, il *Simultaneous Stream Change Detection* e informazioni EEG (elettroencefalogramma).

L’elaborato presentato si sofferma all’osservazione dell’evoluzione cognitiva nell’ambito della memoria e dell’attenzione visive a 12 mesi di età corretta in bambini prematuri. La prematurità è il fattore principale dell’ipotesi di ricerca, ovvero che la precoce nascita generi differenti traiettorie evolutive nei meccanismi di funzionamento attentivo e di memoria rispetto alla norma.

Infatti, nel capitolo precedente è stato delineato come alterazioni anatomiche e soprattutto in meccanismi di orientamento e disancoraggio visivo e nella memoria visuo-spaziale caratterizzino la popolazione di nati pretermine, da qui l’interesse di scorgere già a partire dal primo anno di vita possibili traiettorie evolutive differenti.

3.1.2 Le ipotesi di Ricerca

In letteratura i bambini nati prematuramente hanno dimostrato deficit di natura attentiva, specialmente nel disancoraggio dello sguardo (Butcher et al., 2002; de Jong et al., 2015; Hitzert et al., 2015), e di natura mnemonica visuo-spaziale (Fernandez-Baizan et al., 2021).

Di conseguenza anche nel caso dei compiti attentivi e mnemonici proposti in questo studio, si ipotizza di ricevere differenti risposte comportamentali tra il gruppo costituito da bambini nati prematuramente e quello costituito da bambini nati a termine.

Riguardo al disancoraggio attentivo si suppone che esistano discrepanze nella media di latenza in situazioni in cui è richiesto un *disengagement* competitivo (situazione *overlap*) e un *disengagement* non competitivo (situazione *gap*), dove i tempi di disancoraggio si riducono drasticamente nella condizione *gap*, indipendentemente dalla nascita pretermine o meno (Özyurt & Greenlee, 2011). Viene posta anche l'attenzione sull'effetto *gap-overlap*, ossia la differenza che intercorre fra la media di latenza nelle situazioni *gap* e in quelle *overlap*, e la possibilità di trovare un valore discorde sull'effetto tra i due gruppi considerati (Burstein et al., 2021; Ross-Sheehy et al., 2017; van de Weijer-Bergsma et al., 2008).

In letteratura i tempi di fissazione da parte del bambino nato prematuro sono inferiori rispetto a quelli rilevati dai coetanei nati a termine (van de Weijer-Bergsma et al., 2008). Allo stesso modo, nel caso del compito riguardante la memoria visiva a breve termine ci si aspetta di raccogliere dati di tempi totali di fissazione in linea con le ricerche precedenti.

Perdipiù si ritiene che i bambini nati a termine preferiscano la visione di elementi di novità rispetto a stimoli invariati ancor di più ai coetanei nati prematuramente. Qualora emerga quest'ultimo dato anche durante il compito proposto, verrebbe confermata una migliore capacità mnemonica visuo-spaziale dei bambini nati a termine (Kwon et al., 2014; Mhatre Ho, Ji-Ann Lee & Dien et al., 2008; Ross-sheehy et al., 2003).

3.2 METODO DI RICERCA

3.2.1 Il Campione

Per entrambe le prove il campione considerato consta di 24 bambini e bambine suddivisi in due gruppi: il gruppo sperimentale o clinico, costituito da 8 bambini (5 maschi e 3 femmine), e il gruppo di controllo, di 16 bambini (7 maschi e 9 femmine). Il primo gruppo è caratterizzato da bambini di 1 anno di età corretta nati prematuramente e con un'età gestazionale al di sotto della 32° settimana, con esattezza dalla 29° alla 31° età gestazionale, mentre il gruppo di controllo è costituito da bambini nati a termine e aventi un'età di 12±15 giorni.

3.2.2 La procedura e materiali di ricerca

Il presente lavoro prende in esame lo sviluppo cognitivo nel primo anno di vita di bambini prematuri soffermandosi sulle loro risposte comportamentali in *task Gap Overlap* e *Simultaneous Stream*

Change Detection. Le prove sono state somministrate in successione in un ambiente tranquillo e adeguato, privo di fattori distraenti. Sono stati tenuti in considerazione possibili sintomi di distress del bambino durante i *task*, calibrando così il tempo e l'ordine di somministrazione.

I paradigmi *Gap Overlap* e *Simultaneous Stream Change Detection*, illustrati di seguito, si basano sull'osservazione dei movimenti saccadici dei bambini durante le prove.

La saccade è un movimento veloce e frequente dell'occhio che permette di porre al centro della fovea l'oggetto di nostro interesse e per questo motivo i movimenti della saccade possono essere ritenuti fra i primi indicatori tipici o atipici di sviluppo nello studio dell'attenzione e della memoria.

Paradigma Gap Overlap e codifica

Il paradigma *Gap Overlap* permette di studiare il movimento saccadico e di osservare la capacità del bambino di disancorare l'attenzione da uno stimolo e riporla altrove. In psicologia, questo paradigma viene largamente utilizzato per lo studio del disancoraggio e ancoraggio attentivo (Fischer et al., 1997).

Per somministrare questo paradigma è necessario porre il bambino di fronte allo schermo, in posizione centrale, in modo tale da poter vedere l'intero *display* senza voltare il capo ma sfruttando solo il movimento saccadico.

Una volta che il bambino si trova in braccio al proprio *caregiver*, al centro del *display* compare uno stimolo sonoro e visivo raffigurato da una paperella con la funzione di catturare inizialmente l'attenzione. La paperella viene poi sostituita dalla croce di fissazione che serve ad ancorare lo sguardo del bambino al centro dello schermo prima dello svolgimento del compito e successivamente da un *cue* centrale rappresentato da un orologio colorato. Dopodiché il bambino potrà guardare una situazione *gap*, qualora scompaia lo stimolo centrale e ne compaia uno periferico a destra o a sinistra dello schermo, oppure una situazione *overlap*, se rimane lo stimolo centrale e ne compare uno successivo periferico a destra o a sinistra dello schermo.

Nel primo caso lo stimolo centrale permane sullo schermo per circa 1300 ms, successivamente scompare dallo schermo lasciando un *gap* di 200 ms e infine compare lo stimolo periferico per una durata di circa 1500 ms (Figura 5).

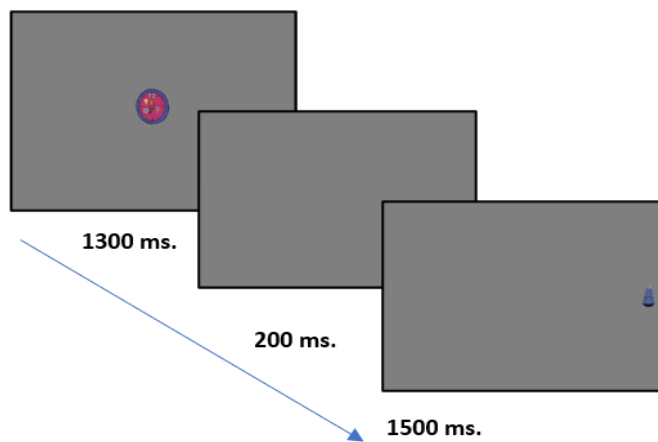


Figura 5: Schema figurativo del processo di somministrazione del paradigma *Gap Overlap* nella condizione *gap*.

In situazione *overlap* il tempo di permanenza dello schermo del *cue* centrale da solo è di circa 1500 ms, inseguito compare anche lo stimolo periferico rimanendo visibile sullo schermo per altri 1500 ms assieme al *cue* centrale (Figura 6).

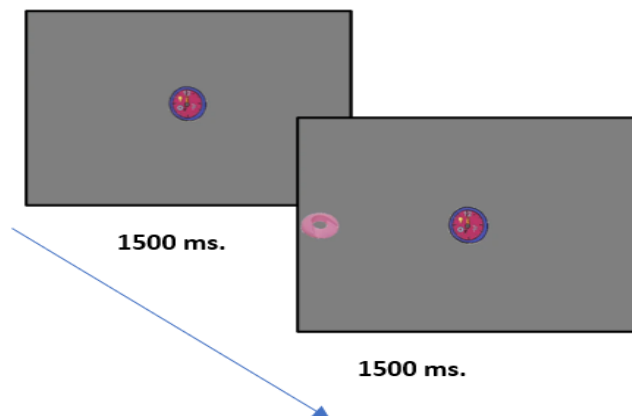


Figura 6: Schema figurativo del processo di presentazione del paradigma *Gap Overlap* nella condizione *overlap*.

In entrambe le condizioni il bambino deve compiere un movimento saccadico per distogliere lo sguardo dal centro dello schermo e ri-orientarlo verso lo stimolo periferico. Ma se nella condizione *gap* il bambino è facilitato dalla scomparsa del *cue* centrale dallo schermo, non lo è nella condizione *overlap*. Per questo motivo tra le ipotesi di ricerca ci si aspetta di ottenere un *gap-overlap effect*

negativo, in quanto la media delle latenze saccadiche *overlap* ha tempi più lunghi della media di latenza saccadica *gap* e il risultato della loro sottrazione presenta di conseguenza un valore negativo (media latenza saccadica *overlap* meno la media latenza saccadica *gap*) (Özyurt & Greenlee, 2011). La durata totale della prova è per ciascun partecipante di circa 4 minuti confacente la capacità del bambino di seguire il compito senza sintomi di distress. In ogni somministrazione il bambino visiona blocchi di 30 trial ciascuno contenenti 15 condizioni *gap* e 15 *overlap* presentati secondo uno schema random. Potenzialmente il task potrebbe procedere con un ulteriore blocco una volta visionati i primi 30 trial. Infatti, è l'esperimentatore che decide il momento più opportuno per fermare la prova considerando anche le capacità del bambino nel prestare attenzione agli stimoli del compito. La prova di ciascun partecipante viene visionata a posteriori grazie alla ripresa di una telecamera posizionata al di sopra del display. La codifica delle prove *Gap Overlap* viene effettuata in un secondo momento considerando come valida la prova complessiva se il bambino ha osservato un numero di trial uguale o superiore a 7 in entrambe le condizioni (Cousijn et al., 2017).

Il video di registrazione è visionato attraverso il software Virtualdub che permette di scansionare il video in frame di 40 ms. La codifica manuale viene trascritta su un foglio Excel in cui si riporta la condizione del trial (*gap* o *overlap*) e la tipologia di condizione. Per ciascun trial viene poi indicato il tempo preciso in millisecondi della comparsa dello stimolo periferico, la posizione dello stimolo periferico nel *display* (destra o sinistra), il tempo di inizio del movimento saccadico a seguito della comparsa dello stimolo periferico e la direzione del movimento saccadico (verso destra o verso sinistra).

L'Accuratezza di ciascun trial può assumere il punteggio di 1 se la prova è considerata valida o 0 se non viene ritenuta tale. I criteri che identificano un trial valido sono: la corrispondenza tra la direzione della saccade con la posizione dello stimolo periferico e il tempo di latenza $>80\text{ms}$ e $<1000\text{ms}$. Quest'ultimo dato è determinato dalla differenza tra il tempo di comparsa dello stimolo periferico e il tempo dell'inizio della saccade. Si ottengono infine le medie di latenza delle condizioni *gap* e di quelle *overlap*, oltre l'effetto *gap-overlap* dato dalla differenza tra le due medie.

Paradigma Simultaneous Stream Change Detection Task e codifica

Questo paradigma consiste nel proporre su uno schermo stimoli, da un lato sempre uguali con i quali il soggetto acquisisce familiarità e dall'altro, stimoli sempre diversi che rappresentano l'elemento di novità e quindi lo stimolo variabile. In questo modo e attraverso i movimenti saccadici guidati dalla preferenza visiva del bambino è possibile studiare in psicologia la memoria a breve termine visiva o *visual short term memory* (Kwon et al., 2014).

Viene proiettato uno schermo nero con due quadrati bianchi, uno a destra e uno a sinistra, nei quali compaiono gli stimoli. Lo stimolo fisso o “*no changing stimulus*” non varia né per forma e colore né per posizione durante tutta la durata del blocco, mentre nel riquadro opposto lo stimolo variabile o “*changing stimulus*” muta sempre la sua forma e il suo colore.

La prova inizia con la presentazione di un’immagine di una papera abbinata ad un suono per catturare l’attenzione del bambino. Anche in questo paradigma il bambino viene posizionato in braccio al proprio *caregiver* di fronte al *display*. Gli stimoli sono stati suddivisi in blocchi della durata di 20 secondi e ogni blocco può mostrare, secondo un sistema randomizzato, uno o due oggetti per ciascun riquadro, rappresentando rispettivamente la condizione di *set size 1* (Figura 8) e *set size 2* (Figura 9).

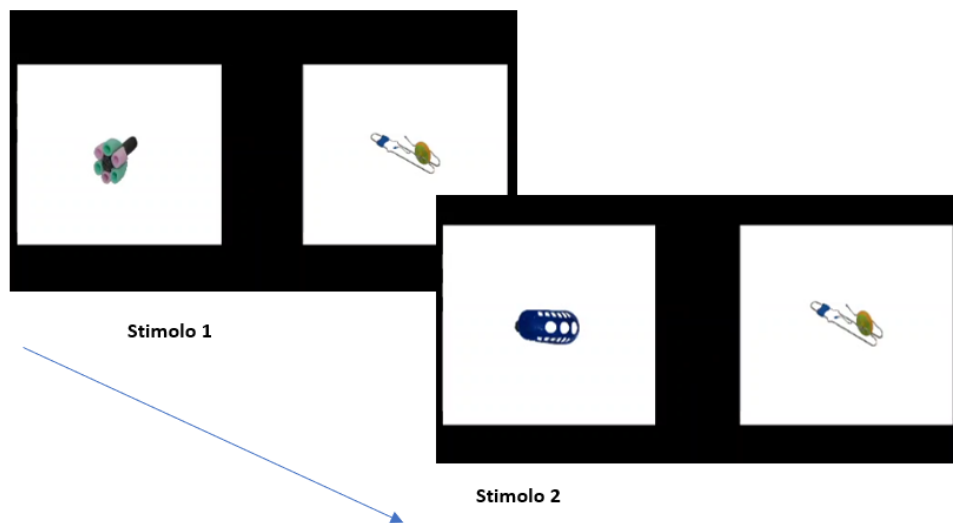


Figura 8: Schema figurativo del processo di presentazione del *Simultaneous Stream Change Detection Task* in condizione *set size 1*.

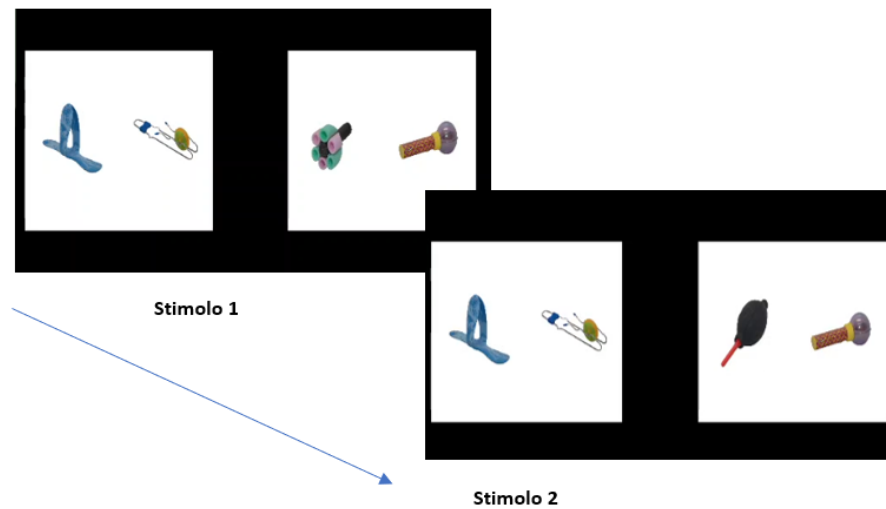


Figura 9: Schema figurativo del processo di presentazione del *Simultaneous Stream Change Detection Task* in condizione *set size 2*.

Anche nel *Simultaneous Stream Change Detection Task* le codifiche sono effettuate manualmente utilizzando il software Virtualdub. La codifica viene eseguita in un foglio Excel, dove viene indicata la condizione (*set size 1* o *set size 2*) e la posizione in cui si colloca lo stimolo variabile o *changing stimulus* e lo stimolo fisso o *no changing stimulus*. Il tempo di inizio della prova è trascritto in millesecondi e coincide con la comparsa degli stimoli sul *display*, mentre il tempo di fine fase corrisponde alla scomparsa delle ultime immagini.

La codifica prevede anche la trascrizione dell'inizio del movimento saccadico (*engage*) durante il blocco con la direzione corrispondente ed il successivo tempo disancoraggio della saccade (*disengage*) assieme alla direzione. I tempi di fissazione sono conteggiati sottraendo il tempo di ancoraggio o *engage* al tempo di disancoraggio. Una volta effettuata la prima analisi di codifica, si prendono in considerazione solo i primi 10 secondi di movimenti saccadici consecutivi alla visione dei primi tre stimoli consecutivi (sia a destra che a sinistra).

Infine, i dati della singola prova vengono riportati in tabelle rappresentando l'andamento generale della prova e quello secondo le due condizioni di *set size 1* e di *set size 2*.

Le tabelle così costruite permettono di osservare la presenza o assenza di possibile *bias* nella preferenza visiva verso una direzione o l'altra (sinistra e/o destra) e i tempi di fissazione verso lo stimolo fisso e/o verso lo stimolo variabile.

Il criterio utilizzato per la discriminazione della validità della prova totale è il *cut-off* di *bias* nella preferenza visiva posto al 85% (>85%) e la visione di almeno un blocco di trial per ciascuna condizione di *set size* 1 e di *set size* 2.

3.4 ANALISI DEI DATI DI RICERCA

Nel paragrafo che seguono vengono riportati i dati acquisiti dalla ricerca e la relativa statistica descrittiva.

3.4.1 La statistica descrittiva

Gli indici descrittivi permettono di fornire un'idea generale sui dati raccolti. Il campione clinico è formato da 8 bambini (5 maschi e 3 femmine), invece il campione di controllo è costituito da 16 bambini (7 maschi e 9 femmine). Quest'ultimo ha ottenuto un maggior numero di prove valide in entrambi i compiti (Grafico 1). Nel paradigma *Gap Overlap* la numerosità totale delle prove considerate valide degli individui del gruppo di controllo è pari a 15 mentre nel gruppo clinico di 5 (Tabella 1 e Tabella 2). Nel paradigma *Simultaneous Stream Change Detection* le prove del gruppo di controllo valide sono 12 rispetto alla numerosità di 3 per il gruppo clinico (Tabella 3 e Tabella 4).

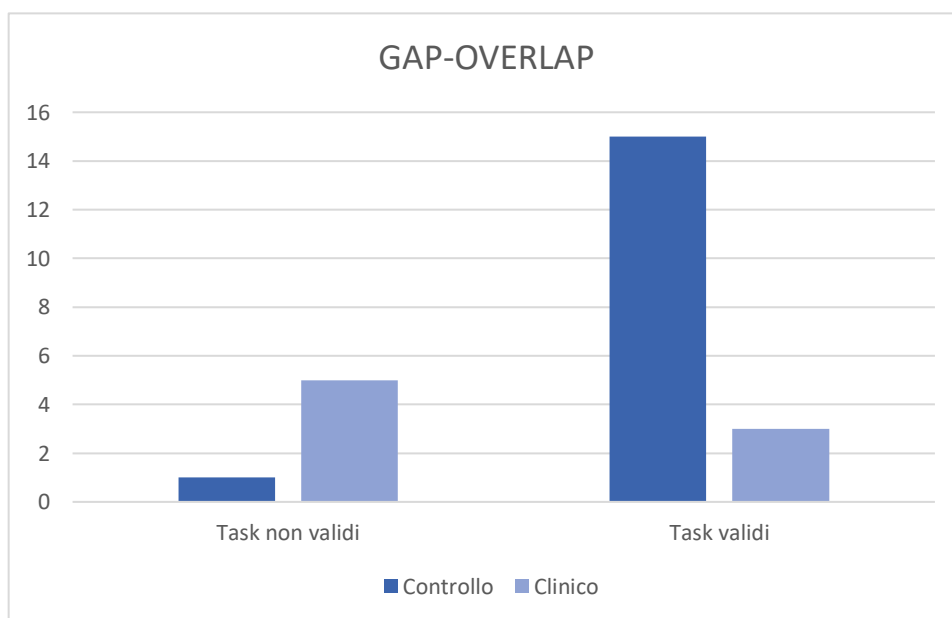


Grafico 1: Rappresentazione grafica di numero di prove non valide e valide di ogni individuo del gruppo di controllo e clinico nel compito *Gap Overlap* (sia in situazione *gap* sia in situazione *overlap*).

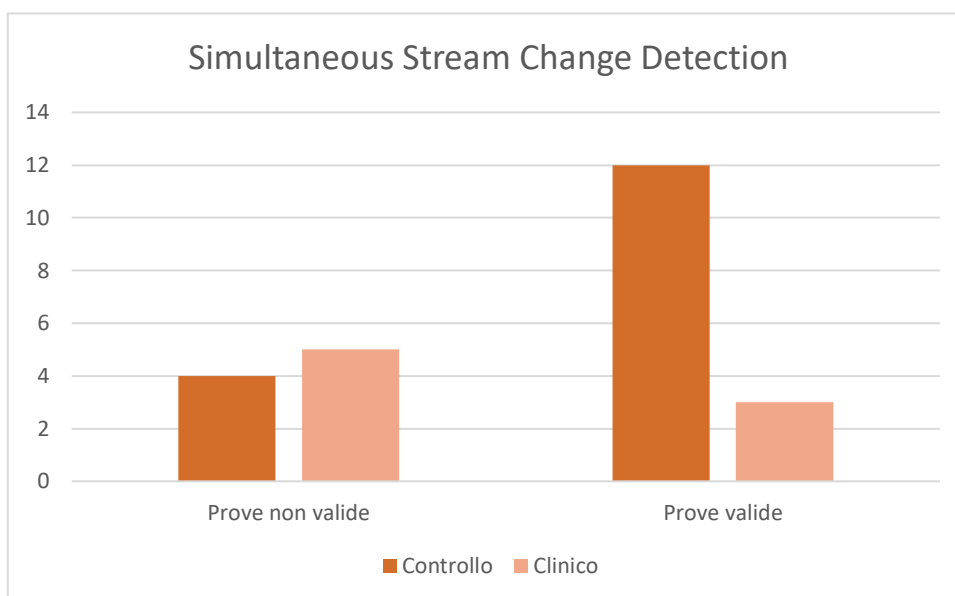


Grafico 2: Rappresentazione grafica del numero di prove non valide e valide di ogni individuo del gruppo di controllo e clinico nel compito *Simultaneous Stream Change Detection*.

Riguardo le medie dei tempi saccadici nelle situazioni *Gap* e *Overlap* si osservano valori più elevati nel gruppo di controllo rispetto al gruppo clinico in entrambe le condizioni, con media *Gap*=392.067 e media *Overlap*=563.379 ms rispetto al gruppo clinico avente media *Gap*=362.422 ms e media *Overlap*=519.400 ms. Inoltre, in entrambi i gruppi la media saccadica *overlap* risulta maggiore rispetto alla media saccadica in condizione *gap* (Tabella 1). È interessante notare come la variabilità presentata nella media saccadica *gap* e in quella *overlap* sia molto più ampia nel gruppo dei bambini nati prematuri (SD *Gap*=108.414; SD *Overlap*=135.985) (Tabella 1).

Statistica Descrittiva

	Medie Gap		Medie Overlap	
	1	2	1	2
Validi	5	15	5	15
Media	362.422	392.067	519.400	563.379
Deviazione Standard	108.414	25.568	135.985	45.444
Valore Minimo	176.470	354.290	332.000	473.333
Valore Massimo	452.000	444.440	685.000	631.111

Tabella 1: indici statistici descrittivi riguardanti le medie di latenza saccadica nella condizione *Gap* e nella condizione *Overlap* ottenute dal campione di controllo (rappresentato dal numero 2) e dal campione di clinico (rappresentato dal numero 1). Nella tabella viene riportata la numerosità del campione valido, la media di latenza, la deviazione standard, il punteggio minimo e massimo delle medie ottenute in ciascun campione.

L'effetto *gap-overlap* tra i due gruppi di ricerca appare diverso a livello osservativo. Infatti, è emerso un effetto *gap-overlap* più grande nel gruppo di controllo (media effetto *gap-overlap* gruppo clinico= -156.978 e media effetto *gap-overlap* gruppo controllo= -171.311) (Tabella 2).

Confrontando i due campioni nel compito attentivo *Gap Overlap*, la statistica descrittiva rileva lievi discrepanze sia nelle latenze saccadiche in condizioni di competitività visiva e non, sia nel conseguente *gap-overlap effect* (Grafico 3).

Statistica Descrittiva

	Gap-Overlap Effect	
	1	2
Validi	5	15
Media	-156.978	-171.311
Deviazione Standard	68.787	49.363
Valore Minimo	-261.000	-247.110
Valore Massimo	-67.500	-55.150

Tabella 2: indici statistici descrittivi riguardanti l'effetto *gap-overlap* relativi al gruppo di controllo (numero 2) e al gruppo clinico (numero 1). Nella tabella viene riportata la numerosità del campione valido ("Validi"), la media di latenza ("Media"), la deviazione standard ("Deviazione Standard"), il punteggio minimo e massimo del *gap-overlap effect* ottenuto in ciascun gruppo ("Valore Minimo", "Valore Massimo").

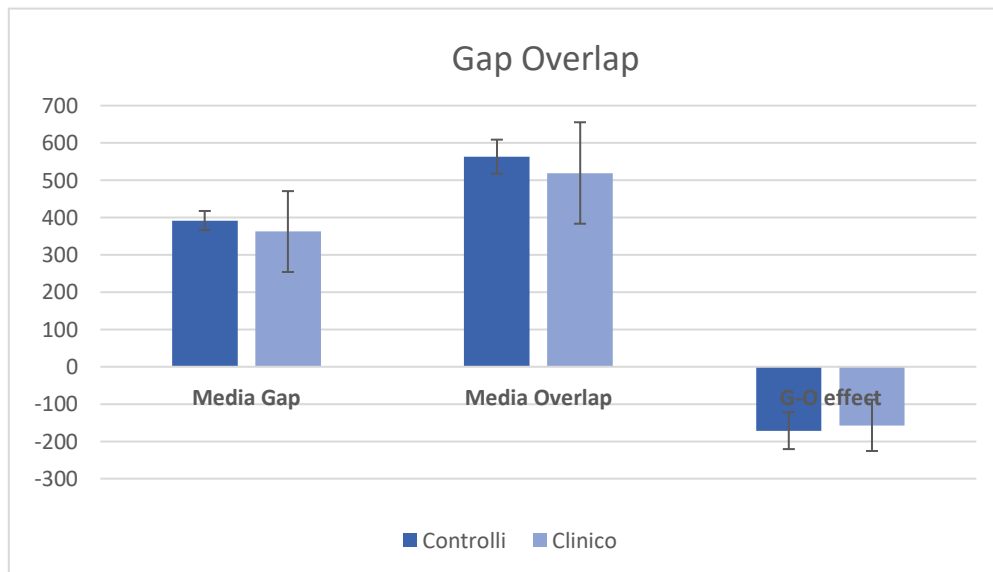


Grafico 3: Rappresentazione grafica media di latenza *gap* e *overlap* e *gap-overlap effect* sia nel gruppo di controllo sia del gruppo clinico.

Riguardo al paradigma *Simultaneous Stream Change Detection* si osservano tempi di fissazione totali (TTF) più elevati nel gruppo di controllo (media TTF gruppo di controllo=76651.667; media TTF gruppo clinico= 69426.667). Quest’ultimo risultato sembra riflettere l’esito di alcune ricerche sull’attenzione sostenuta in prematurità: il mantenimento attentivo e i tempi di fissazione verso un compito sono deficitari nella popolazione prematura già all’età di 8 mesi (van de Weijer-Bergsma et al., 2008).

Il coefficiente di variazione del gruppo clinico (CV=.255) evidenzia una minore variabilità dei tempi di fissazione rispetto ai coetanei del gruppo di controllo, anche se non significativo (Tabella 3).

	Gruppo	N	Media	SD	Coefficiente di Variazione
TTF	1	3	69426.667	17704.116	0.255
	2	12	76651.667	41962.094	0.547

Tabella 3: indici statistici descrittivi relativi ai tempi totali di fissazione nel compito *Simultaneous Stream Change Detection* sia nel gruppo di controllo sia nel gruppo clinico. La tabella riporta la numerosità campionaria valida (“N”), la media dei tempi di fissazione (“Media”), la deviazione standard (“SD”) e il coefficiente di variazione.

Osservando gli indici descrittivi riguardanti la preferenza al cambiamento (*change preference*, CP) si osserva una lieve preferenza allo stimolo variabile nella condizione di *set size 2* per entrambi i gruppi. La preferenza al cambiamento nella condizione di *set size 2* appare più evidente nei bambini nati pretermine rispetto al gruppo di controllo (gruppo clinico *set size 2* M=.593, *set size 1* M=.473; gruppo di controllo *set size 2* M=.546, *set size 1* M=.553) (Tabella 4). Invece, nella situazione di *set size 1* emerge una tendenza alla preferenza allo stimolo variabile solo nel gruppo di bambini nati a termine. La variabilità delle medie sembra essere più ampia per il gruppo di controllo nella condizione di *set size 2* rispetto al *set size 1* (*Set size 2* CV=.408, *set size 1* CV=.164). Allo stesso modo ciò accade nel gruppo clinico, presentando tuttavia valori meno divergenti fra loro (*Set size 1* CV=.245, *set size 2* CV=.307).

RM Factor 1	Soggetti	N	Media	SD	Coefficiente di Variazione
CP set size 2	1	3	0.593	0.182	0.307
	2	12	0.546	0.223	0.408
CP set size 1	1	3	0.473	0.116	0.245
	2	12	0.553	0.090	0.164

Tabella 4: indici statistici descrittivi riguardanti la preferenza al cambiamento (*change preference*, CP) nel gruppo di controllo (rappresentato dal numero 2) e nel gruppo clinico (rappresentato dal numero 1). La tabella riporta la numerosità campionaria valida (“N”), la media, la deviazione standard (“SD”) e il coefficiente di variazione.

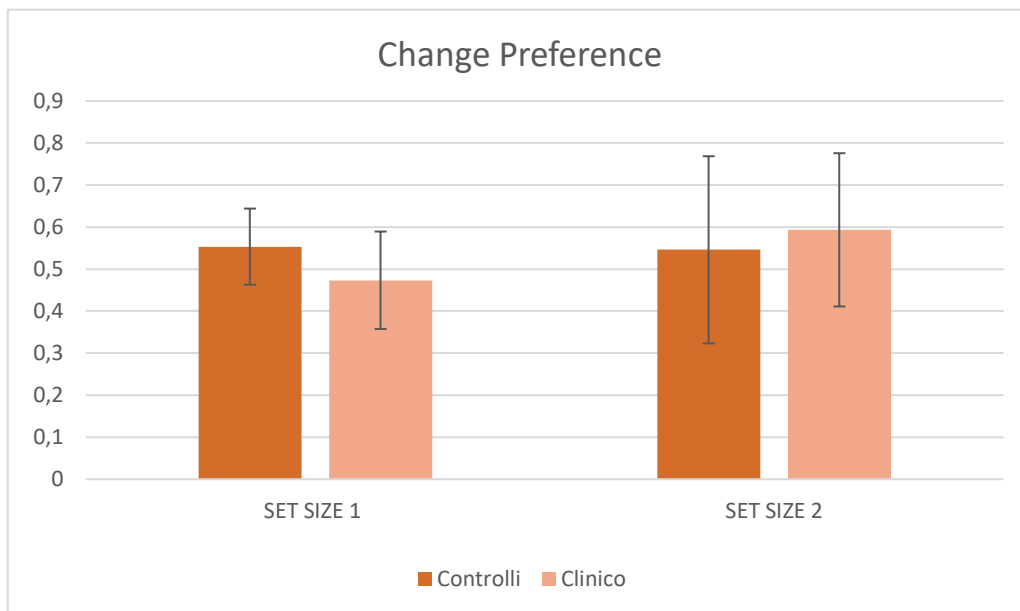


Grafico 4: Rappresentazione grafica di preferenza al cambiamento sia per i bambini appartenenti al gruppo clinico sia al gruppo di controllo nella condizione di *set size 1* e *set size 2*.

3.5 RISULTATI

Le analisi descrittive effettuate hanno evidenziato una più rapida capacità di disancoraggio visivo e di successivo tempo di latenza saccadico quando al bambino viene presentata una condizione di non competitività visiva tra gli stimoli (condizione *gap*). Questa velocità nel meccanismo di orientamento visivo in situazione *gap* è visibile sia per i bambini prematuri sia per i bambini nati a termine (gruppo di controllo media *Gap*=392.067 e media *Overlap*=563.379; gruppo clinico media *Gap*=362.422 e media *Overlap*=519.400).

Grazie all’uso del compito *Gap-Overlap task* si è potuto analizzare il *gap-overlap effect*.

L'effetto *gap-overlap*, avente valore negativo, ha presentato discrepanza a livello osservativo di valori tra i due campioni (media effetto *gap-overlap* gruppo clinico= -156.978 e media effetto *gap-overlap* gruppo controllo= -171.311).

Mentre il *Gap-Overlap task* ha fornito indicazioni sullo studio nel disancoraggio e orientamento attentivo, il *Simultaneous Stream Change Detection* è stato impiegato per osservare le capacità mnemoniche visive a breve termine (*Visual short term memory*, VSTM).

Innanzitutto, i risultati hanno manifestato tempi totali di fissazione alle prove inferiori nei bambini nati pretermine rispetto ai bambini nati a termine (media TTF gruppo clinico= 69426.667ms, media TTF gruppo di controllo= 76651.667ms, $p=.39$).

Un'ulteriore informazione acquisita dalla somministrazione di quest'ultimo paradigma è la preferenza al cambiamento (*Change preference*, CP) da parte dei bambini. Entrambi i gruppi, soprattutto i bambini prematuri, hanno manifestato una tendenza di preferenza al cambiamento maggiore nella condizione di *set size* 2. Solo il campione costituito da bambini nati a termine ha mostrato una tendenza alla preferenza verso lo stimolo variabile nella condizione di *set size* 1. I bambini prematuri sembrano avere una propensione a preferire lo stimolo variabile quando gli stimoli che variano sono più di uno (Media CP gruppo clinico in *set size* 1=.473, Media CP gruppo clinico in *set size* 2=.593).

3.6 DISCUSSIONE

Una delle prime ipotesi esaminate riguarda lo studio del *disengagement* attentivo nei bambini nati prematuramente e a termine. In particolare, le analisi descrittive sul *Gap-Overlap task* pongono a confronto le medie di latenza saccadica in situazioni di competitività di stimoli visivi e di non competitività, ipotizzando non solo una discrepanza di media tra le due condizioni ma anche una possibile differenza di media dovuta all'appartenenza al gruppo di pretermine o di controllo. Di fatto la condizione nominata *gap* presuppone un'agevolazione nel meccanismo di disancoraggio visivo rendendo lo *shifting* più rapido rispetto ad una situazione di sovrapposizione di stimoli (*overlap*) (Özyurt & Greenlee, 2011). I risultati acquisiti dal campione considerato supportano la letteratura, presentando latenze saccadiche inferiori in situazioni *gap* rispetto a quelle *overlap* a prescindere dal gruppo di appartenenza. Inoltre l'effetto *gap-overlap* di bambini pretermine, dato dalla sottrazione delle medie *gap* da quelle *overlap*, non appare così diverso a livello osservativo dagli individui nati a termine. Il mancato forte divario tra gli effetti *gap-overlap* dei due gruppi è in accordo con i risultati di alcune ricerche scientifiche: i primi 4 mesi sono caratterizzati da una maggior velocità nello *shifting* da parte dei pretermine e da un decremento di tale rapidità successivo fino all'età di 10 mesi, quando

la velocità di orientamento visivo risulta analoga a quella dei coetanei nati a termine (de Jong et al., 2015; Hunnius et al., 2008; Ross-Sheehy et al., 2017; van de Weijer-Bergsma et al., 2008). Oltretutto l'effetto *gap-overlap* tende a diminuire con l'aumentare dell'età nei bambini nati a termine grazie ad una migliore abilità nel meccanismo di orientamento visivo, ciò potrebbe verificarsi anche nei prematuri (Hood & Atkinson, 1993; Kulke et al., 2017; Van der Stigchel et al., 2017).

Un risultato singolare è quello riguardante i tempi saccadici dei bambini nati a termine rispetto a quelli dei bambini nati pretermine. In entrambe le condizioni, le medie del gruppo di controllo risultano sempre maggiori rispetto a quella dei bambini nati a termine. Come osservato pocanzi, una più veloce rapidità di orientamento visivo da parte dei prematuri è attesa solamente nei primi 4 mesi e non ad 1 anno di età. Questa miglior performance nel disancoraggio visivo potrebbe corrispondere da una precoce maturazione corticale nei bambini prematuri. Di fatto, gli individui nati pretermine hanno trascorso più tempo a contatto con l'ambiente extrauterino anticipando i tempi di maturazione e l'attivazione di alcune aree corticali nella corteccia fronto-parietale ventrale utili al meccanismo di orientamento visivo (Kano et al., 2011, Kulke et al., 2017; Özyurt & Greenlee, 2011). Tuttavia, è opportuno evidenziare la esigua numerosità campionaria del gruppo clinico rispetto al gruppo di controllo che influenza la precisione del dato di media ottenuto.

La preferenza al cambiamento valutata dal *Simultaneous Stream Change Detection task* riflette la capacità dell'individuo di memorizzare in breve tempo degli stimoli e conseguentemente di prediligere la visione di stimoli nuovi. Attraverso la statistica descrittiva si evincono alcune propensioni di preferenza verso lo stimolo variabile per i due gruppi nelle situazioni di *set size 1* e *set size 2*. I due gruppi, specialmente il gruppo clinico, manifestano una maggior tendenza alla preferenza al cambiamento nella condizione di *set size 2* rispetto alla condizione di *set size 1*. Mentre nella situazione di *set size 1* solo il gruppo di bambini nati a termine mostra una inclinazione nel preferire lo stimolo variabile. Quest'ultimi dati sembrano non aderire completamente alla letteratura. Nell'arco temporale dagli 8 ai 10 mesi di età, l'individuo pone il proprio sguardo il più delle volte verso lo stimolo nuovo (*no changing stimulus*) anziché lo stimolo invariato a prescindere dal numero degli elementi nell'*array* (Kwon et al., 2014; Ross-sheehy et al., 2003).

Anche il tempo totale di fissazione mantenuto dal bambino nel compito mnemonico fornisce indicazioni interessanti. La statistica descrittiva evidenzia una media di tempi di fissazione al compito di bambini nati prematuramente inferiore rispetto a quella registrata nel gruppo di controllo. Una possibile spiegazione a fronte di questo esito è il deficit nel mantenimento dell'attenzione nella prematurità già all'8° mese di vita (van de Weijer-Bergsma et al., 2008).

È importante notare che il numero delle prove invalide dei bambini prematuri supera per rapporto il numero delle prove invalide dei bambini nati a termine. Esemplicativo è il numero delle prove

invalide nel compito mnemonico. La numerosità campionaria del gruppo clinico è pari a 8 mentre nel gruppo di controllo è di 16. Il numero delle prove considerate valide nel primo gruppo è di 3 prove totali (meno della metà del campione) a fronte di 12 prove valide nel secondo gruppo (tre quarti del campione). A causa della bassa numerosità non sono state effettuate ulteriori analisi di tipo statistico inferenziali. Ciononostante questo dato dimostra come, malgrado alcuni bambini nati prematuramente manifestino uno sviluppo simile a quello di bambini nati a termine (a pari età corretta), si possono presentare alcune difficoltà, ad esempio il portar a termine il compito richiesto.

CAPITOLO 4

LE CONCLUSIONI

4.1 LE CONCLUSIONI DI RICERCA

La nascita pretermine, sotto la 37° settimana di gestazione, è un evento critico che interrompe il tipico processo maturazionale del feto. Oggi, purtroppo, la prematurità di un parto non è un evento così raro e il grado di immaturità dipende dall'età gestazionale, dal peso e dall' "appropriatezza per la gestazione".

In un'ottica neurocostruttivista lo sviluppo dell'individuo si costruisce e si determina grazie ad una continua interazione bidirezionale e dinamica tra individuo e ambiente. Specialmente nei primi 1000 giorni di vita, le predisposizioni genetiche e biologiche dell'individuo entrano in relazione con gli input ambientali nel quale egli è inserito determinando il futuro sviluppo motorio, sensoriale, emozionale e cognitivo del bambino (Law, 2017; Vicari et al., 2017).

In questa visione la nascita a pretermine appare come un vincolo atipico, che può alterare alcuni aspetti evolutivi del bambino.

I primi campanelli di allarme di un atipico sviluppo sono osservabili anche in processi cognitivi, come l'attenzione e la memoria (Atkinson, 1984; Siqueiros Sanchez et al., 2020).

Per questo motivo lo studio presentato, che pone come protagonisti bambini di un anno di età nati sotto la 32° settimana di gestazione, volge il proprio interesse verso il funzionamento di meccanismi precoci attentivi, come l'*orienting* visivo, e mnemonici, come la memoria visiva a breve termine.

Il disancoraggio (o *disengagement*) visivo, fase del meccanismo attentivo dell'*orienting*, è più svantaggioso quando all'individuo viene chiesto di spostare il proprio sguardo da uno stimolo centrale ad uno periferico presentati contemporaneamente (*overlap*) rispetto a quando nel compito questa competitività visiva di stimoli non è presente (*gap*). Di conseguenza, anche la latenza saccadica dello *shifting* (spostamento attentivo) nella condizione *gap* è più rapida (Kano et al., 2011; Matsuzawa & Shimojo, 1997; Özyurt & Greenlee, 2011). La prima ipotesi di ricerca indaga proprio una possibile differenza fra le medie di latenze saccadiche non solo tra le medie *gap* e *overlap*, ma anche tra i bambini appartenenti ai due gruppi. Se le medie *gap overlap* tra il gruppo clinico e il gruppo di controllo differiscono fra loro in modo consistente, anche l'effetto *gap-overlap* viene influenzato: gli

effetti *gap-overlap* relativi ai due gruppi appaiono diversi (Burstein et al., 2021; Ross-Sheehy et al., 2017; van de Weijer-Bergsma et al., 2008).

I risultati ottenuti dal paradigma *Gap Overlap* supportano a livello descrittivo la discrepanza che intercorre nelle latenze saccadiche nella condizione di competitività di stimoli e non, per entrambi i gruppi. Inoltre, si evidenziano tempi saccadici nelle medie *gap* e nelle medie *overlap* più elevati nei bambini nati a termine rispetto ai bambini nati prematuramente.

Nel *gap-overlap effect* emerge una disuguaglianza, non marcata, di valori dei due campioni, osservando le analisi descrittive.

Il compito *Simultaneous Stream Change Detection* permette di comprendere le abilità di memoria visuo-spaziali a breve termine. Ottenere maggiore preferenza verso l'elemento di novità, ovvero verso lo stimolo variabile, rappresenta una buona capacità di VSTM (Kwon et al., 2014; Mhatre V. Ho, Ji-Ann Lee & Dien et al., 2008; Ross-sheehy et al., 2003). I dati mostrano una tendenza di preferenza al cambiamento più elevata in entrambi i campioni quando gli elementi variabili da codificare sono più di 1 (*set size 2*), con una propensione verso lo stimolo variabile maggiore nei bambini pretermine. Solo il gruppo di controllo registra una propensione di preferenza allo stimolo variabile anche in condizione di *set size 1*.

Il deficit nel mantenimento dell'attenzione è spesso riscontrato in prematurità. Per questa ragione l'ultima ipotesi si focalizza sul tempo totale di fissazione (TTF) al compito, con la previsione di rilevare TTF inferiori nei bambini prematuri rispetto ai coetanei nati a termine (van de Weijer-Bergsma et al., 2008). Ancora una volta le analisi descrittive presentano tempi di fissazione inferiori nel gruppo clinico.

In alcuni casi, gli esiti di ricerca conseguiti sono stati concordi con la letteratura solo parzialmente. Per esempio, nel compito avente la finalità di studiare VSTM, le preferenze visive sono state maggiori, a livello esclusivamente osservativo, nella condizione di *set size 2* anziché nella condizione di *set size 1*. Diversamente, ricerche scientifiche mostrano che i bambini di 6 mesi di età nati a termine manifestano abilità di VSTM in condizione di *set size 1* e successivamente, dagli 8 ai 10 mesi, anche in condizione di *set size 2* similmente al *set size 1* (Kwon et al., 2014; Ross-sheehy et al., 2003).

Dai risultati acquisiti in questo lavoro si evince che i bambini pretermine possono avere piccole alterazioni in processi cognitivi base utili per lo svolgimento di semplici compiti, anche se a livello apparente manifestano uno sviluppo tipico. Un dato degno di nota che avvalorata tale idea è il numero di prove attentive e mnemoniche scartate nel gruppo clinico. In rapporto, il numero di prove considerate invalide, perché non rientranti nei parametri di codifica, è maggiore nel campione clinico rispetto a quelle del gruppo di controllo. Ciò sottolinea il fatto che i bambini prematuri hanno

maggiori difficoltà a mantenere il focus attentivo sul compito e a portarlo a termine; tuttavia quando questo accade la loro prestazione sembra essere simile, seppure con qualche lieve differenza, a quella dei coetanei (a pari età corretta) nati a termine.

4.2 LIMITI E IMPLICAZIONI CLINICHE

Il limite presentato dai bambini prematuri nel compimento delle prove ha impattato sulla numerosità campionaria, già piccola, di entrambi i gruppi e in modo particolare nel gruppo clinico.

Uno dei limiti principali di questo studio è infatti la piccola numerosità campionaria che non ha permesso di effettuare analisi statistiche. Inoltre, il focus di osservazione delle abilità attentive e mnemoniche è ristretto ad un anno di età e il campione è rappresentato solo da bambini nati in provincia di Padova.

Tuttavia, l'elaborato è parte di un lavoro più esteso che prende in considerazione un campione più ampio e prevede un *follow up* di 2 anni.

Questo elaborato vuole portare importanti implicazioni cliniche, educative e riabilitative. Considerare a livello clinico che il primo anno di vita per un bambino nato prematuro è costituito da possibili alterazioni in processi cognitivi pone l'obbligo di monitorare lo sviluppo cognitivo del bambino in vista di processi di apprendimento più complessi.

BIBLIOGRAFIA

- Atkinson, J. (1984). Human visual development over the first 6 months of life. A review and a hypothesis. *Human Neurobiology*, 3(2), 61–74.
- Blencowe, H., Cousens, S., Chou, D., Oestergaard, M., Say, L., Moller, A. B., Kinney, M., & Lawn, J. (2013). Born Too Soon: The global epidemiology of 15 million preterm births. *Reproductive Health*, 10(SUPPL. 1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/1742-4755-10-S1-S2>
- Boldrini, R., Cesare, M. Di, Basili, F., Gaia, C., Rossana, M., Romanelli, M., Rizzuto, E., & Trevisani, V. (2021). *Report Certificato di Assistenza al Parto (CeDAP) 2021*. www.salute.gov.it/statistiche
- Butcher, P. R., Kalverboer, A. F., Geuze, R. H., & Stremmelaar, E. F. (2002). A longitudinal study of the development of shifts of gaze to a peripheral stimulus in preterm infants with transient periventricular echogenicity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82(2), 116–140. [https://doi.org/10.1016/S0022-0965\(02\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S0022-0965(02)00006-1)
- Clark, C. A. C., & Woodward, L. J. (2010). Neonatal cerebral abnormalities and later verbal and visuospatial working memory abilities of children born very preterm. *Developmental Neuropsychology*, 35(6), 622 – 642. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.508669>
- de Jong, M., Verhoeven, M., & van Baar, A. L. (2015). Attention capacities of preterm and term born toddlers: A multi-method approach. *Early Human Development*, 91(12), 761–768. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2015.08.015>
- De Schuymer, L., De Groote, I., Desoete, A., & Roeyers, H. (2012). Gaze aversion during social interaction in preterm infants: A function of attention skills? *Infant Behavior and Development*, 35(1), 129–139. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2011.08.002>
- Doesburg, S. M., Ribary, U., Herdman, A. T., Miller, S. P., Poskitt, K. J., Moiseev, A., Whitfield, M. F., Synnes, A., & Grunau, R. E. (2011). Altered long-range alpha-band synchronization during visual short-term memory retention in children born very preterm. *NeuroImage*, 54(3), 2330–2339. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.044>
- Dysart, D. K. C., Alfred, N., & Hospital, I. (2023). *Iperglicemia neonatale*. Manuale Msd. <https://www.msdmanuals.com/it-it/professionale/pediatria/disturbi-metabolici,-elettrolitici-e-tossici-nei-neonati/iper-glicemia-neonatale>
- Fischer, B., Gezeck, S., & Hartnegg, K. (1997). The analysis of saccadic eye movements from gap and overlap paradigms. *Brain Research. Brain Research Protocols*, 2(1), 47–52. [https://doi.org/10.1016/s1385-299x\(97\)00027-5](https://doi.org/10.1016/s1385-299x(97)00027-5)
- Guarini, A., Sansavini, A., Fabbri, C., Savini, S., Alessandroni, R., Faldella, G., & Karmiloff-

- Smith, A. (2010). Long-term effects of preterm birth on language and literacy at eight years. *Journal of Child Language*, *37*(4), 865–885. <https://doi.org/10.1017/S0305000909990109>
- Hayward, D. A., & Ristic, J. (2013). Measuring attention using the Posner cuing paradigm: the role of across and within trial target probabilities. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*(May), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00205>
- Hitzert, M. M., van Geert, P. L. C., Hunnius, S., Van Braeckel, K. N. J. A., Bos, A. F., & Geuze, R. H. (2015). Associations between developmental trajectories of movement variety and visual attention in fullterm and preterm infants during the first six months postterm. *Early Human Development*, *91*(1), 89–96. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2014.12.006>
- Hood, B. M., & Atkinson, J. (1993). Disengaging visual attention in the infant and adult. *Infant Behavior and Development*, *16*(4), 405–422. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0163-6383\(93\)80001-O](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0163-6383(93)80001-O)
- Jongbloed-Pereboom, M., Janssen, A. J. W. M., Steenbergen, B., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2012). Motor learning and working memory in children born preterm: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *36*(4), 1314–1330. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.02.005>
- Kaldy, Z., & Blaser, E. (2013). Red to green or fast to slow? Infants' visual working memory for “just salient differences”. *Child Development*, *84*(6), 1855–1862. <https://doi.org/10.1111/cdev.12086>
- Kano, F., Hirata, S., Call, J., & Tomonaga, M. (2011). The visual strategy specific to humans among hominids: A study using the gap-overlap paradigm. *Vision Research*, *51*(23–24), 2348–2355. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.09.006>
- Kulke, L., Atkinson, J., & Braddick, O. (2017). Neural mechanisms of attention become more specialised during infancy: Insights from combined eye tracking and EEG. *Developmental Psychobiology*, *59*(2), 250–260. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/dev.21494>
- Kwon, M.-K., Luck, S. J., & Oakes, L. M. (2014). Visual short-term memory for complex objects in 6- and 8-month-old infants. *Child Development*, *85*(2), 564–577. <https://doi.org/10.1111/cdev.12161>
- Lattari Balest, A. (2022). *Neonati pretermine*. Manuale Msd. <https://www.msdmanuals.com/it-it/professionale/pediatria/problemi-perinatali/neonati-pretermine#top>
- Law, L. (2017). The First Thousand Days and the Abortion Law. *Southern African Catholic Bishops' Conference Parliamentary Liaison Office, February*, 5–6. www.cplo.org.za
- Martin, A., & Becker, S. I. (2021). A relational account of visual short-term memory (VSTM). *Cortex*, *144*, 151–167. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cortex.2021.08.013>

- Matsuzawa, M., & Shimojo, S. (1997). Infants' fast saccades in the gap paradigm and development of visual attention. *Infant Behavior and Development*, *20*(4), 449 – 455.
[https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(97\)90035-7](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(97)90035-7)
- Michelsson, K., Järvenpää, A. L., & Rinne, A. (1983). Sound spectrographic analysis of pain cry in preterm infants. *Early Human Development*, *8*(2), 141–149. [https://doi.org/10.1016/0378-3782\(83\)90070-1](https://doi.org/10.1016/0378-3782(83)90070-1)
- Nations, U., Children, U. N., & Medicine, T. (2023). *152 million babies born preterm in the last decade*. *May*, 5–7.
- Oakes, L. M., Baumgartner, H. A., Barrett, F. S., Messenger, I. M., & Luck, S. J. (2013). Developmental changes in visual short-term memory in infancy: Evidence from eye-tracking. *Frontiers in Psychology*, *4*(OCT), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00697>
- Oakes, L. M., Ross-Sheehy, S., & Luck, S. J. (2006). Rapid Development of Feature Binding in Visual Short-Term Memory. *Psychological Science*, *17*(9), 781–787.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01782.x>
- Olsen, A., Dennis, E. L., Evensen, K. A. I., Husby Hollund, I. M., Løhaugen, G. C. C., Thompson, P. M., Brubakk, A. M., Eikenes, L., & Håberg, A. K. (2018). Preterm birth leads to hyper-reactive cognitive control processing and poor white matter organization in adulthood. *NeuroImage*, *167*(7491), 419–428. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.11.055>
- Özyurt, J., & Greenlee, M. W. (2011). Neural correlates of inter- and intra-individual saccadic reaction time differences in the gap/overlap paradigm. *Journal of Neurophysiology*, *105*(5), 2438–2447. <https://doi.org/10.1152/jn.00660.2009>
- Platt, M. J. (2014). Outcomes in preterm infants. *Public Health*, *128*(5), 399–403.
<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2014.03.010>
- Posner, M I, Inhoff, A. W., Friedrich, F. J., & Cohen, A. (1987). Isolating attentional mechanisms: A cognitive-anatomical analysis. *Psychobiology*, *15*(2), 107–112.
- Posner, Michael I. (1995). Attention in cognitive neuroscience: An overview. In *The cognitive neurosciences*. (pp. 615–624). The MIT Press.
- Posner, Michael I, & Petersen, S. E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*, *13*(1), 25–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- quotidianosanita.it*. (2023). 113604. https://www.quotidianosanita.it/studi-e-analisi/articolo.php?articolo_id=113604
- Rose, S A. (1983). Differential rates of visual information processing in full-term and preterm infants. *Child Development*, *54*(5), 1189–1198.
- Rose, Susan A. (1980). Enhancing visual recognition memory in preterm infants. *Developmental*

- Psychology*, 16(2), 85–92. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.16.2.85>
- Ross-sheehy, S., Oakes, L. M., & Luck, S. J. (2003). The Development of Visual Short-Term Memory Capacity in Infants. *Child Development*, 74(6), 1807–1822.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1467-8624.2003.00639.x>
- Ross-Sheehy, S., Perone, S., Macek, K. L., & Eschman, B. (2017). Visual orienting and attention deficits in 5- and 10-month-old preterm infants. *Infant Behavior & Development*, 46, 80–90.
<https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2016.12.004>
- Schneegans, S., & Schöner, G. (2008). Dynamic Field Theory as a Framework for Understanding Embodied Cognition. *Handbook of Cognitive Science*, 241–271. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-046616-3.00013-X>
- Siamo, C. H. I. (2022). *Neonati pretermine*. 1–11.
- Siqueiros Sanchez, M., Pettersson, E., Kennedy, D. P., Bölte, S., Lichtenstein, P., D’Onofrio, B. M., & Falck-Ytter, T. (2020). Visual Disengagement: Genetic Architecture and Relation to Autistic Traits in the General Population. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(6), 2188–2200. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-03974-6>
- Tanaka, F., Cicourel, A., & Movellan, J. R. (2007). Socialization between toddlers and robots at an early childhood education center. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(46), 17954–17958. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707769104>
- Valenza, E., Turati, C. (2019). *Promuovere lo sviluppo della mente. Un approccio neurocostruttivista*. Il Mulino.
- Van der Stigchel, S., Hessels, R. S., van Elst, J. C., & Kemner, C. (2017). The disengagement of visual attention in the gap paradigm across adolescence. *Experimental Brain Research*, 235(12), 3585–3592. <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5085-2>
- Vicari, S., Caselli, M. C. (2017). Nascita a pretermine e sviluppo neuropsicologico. *Neuropsicologia dell'età evolutiva* (pp. 243-255). Il Mulino.
- Waddington, C. H. (1958). *the British Biological Council 's Co-ordinating Committee for Symposia*. 30(June), 470–471.
- WHO. (2018). Preterm birth: Key facts. *World Health Organization*, 2015(February), 1–5.

