

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Psicologia Generale
Corso di laurea in Psicologia Clinica**

Tesi di Laurea Magistrale

**Effetti a Breve Termine del Gioco sull'Attenzione Visuo-spaziale: una
Ricerca Empirica su Bambini in Età prescolare
Short-Term Effects of Game on Visual Spatial Attention: An
Empirical Research on Preschool Children**

Relatore

Prof. Andrea Facoetti

Correlatori

Dott.ssa Giovanna Puccio

Dott.ssa Sara Bertoni

Dott. Sandro Franceschini

Laureanda: Alessia Baccolo

Matricola: 2014844

Anno Accademico 2021/2022

INDICE

INTRODUZIONE	4
I. ASPETTI TEORICI SULL'ATTENZIONE SPAZIALE.....	6
1.1. Definizione di attenzione selettiva	6
1.1.1 Modelli di attenzione selettiva.....	6
1.2 L'attenzione selettiva spaziale	8
1.2.1 Teorie dell'attenzione visiva spaziale.....	9
1.2.2 Modelli dell'attenzione visiva spaziale	10
1.3 I paradigmi dell'attenzione visuo-spaziale	12
1.3.1 La ricerca visiva di Treisman	12
II. L'ESPERIENZA DI GIOCO E I SUOI EFFETTI	16
2.1 IL GIOCO COME FONTE DI EUSTRESS	16
2.1.1 Basi neuropsicologiche della risposta allo stress acuto	18
2.2 AVG: CARATTERISTICHE E POTENZIALITÀ.....	20
2.2.1 AVG e attenzione	21
2.3 Applicazioni cliniche.....	23
2.3.1 AVG e DD: uno strumento di potenziamento	24
2.4 Limiti e possibili effetti avversi degli AVG	25
III. MANIPOLAZIONE DELL'ATTENZIONE VISUO-SPAZIALE TRAMITE IL GIOCO: UNO STUDIO EMPIRICO.....	27
3.1 Partecipanti	27
3.2 Materiali e Metodo	28
3.3 Risultati.....	32
3.3.1 Questionario sulle emozioni post gioco	32
3.3.2 Effetti del gioco sull'attenzione visuo-spaziale.....	33
3.3.3 Effetti del gioco sulla componente motoria del compito di ricerca visiva ..	35
3.4 Discussione e conclusioni.....	36
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	41

Introduzione

Il presente elaborato si propone di indagare gli effetti a breve termine del gioco sulle competenze cognitive dei bambini in età prescolare, prendendo in considerazione, in particolar modo, le conseguenze prodotte sull'attenzione visuo-spaziale. Si è ipotizzato che il gioco favorisca uno stato di attivazione cognitiva in grado di portare ad un miglioramento delle prestazioni nei compiti che coinvolgono le risorse di attenzione visiva.

Il lavoro di tesi si compone di due parti: nei primi due capitoli si presenta una revisione della letteratura riguardante l'attenzione visuo-spaziale e il gioco, nel terzo capitolo, invece, viene descritto lo studio empirico svolto con due classi di bambini in età prescolare, concentrando la ricerca sugli effetti prodotti dal gioco sulla componente attentiva qui esaminata.

In particolare, nel primo capitolo si approfondisce il costrutto di attenzione selettiva, le diverse caratteristiche e accezioni che può assumere e che ha assunto nel tempo (Stroop, 1935; Cherry, 1953; MacLeod, 1991). Il focus è stato posto su un tipo di attenzione specifico, quella visuo-spaziale.

Nel secondo capitolo viene presentata una nuova prospettiva di analisi dell'attività ludica, ovvero come una potenziale fonte di stress acuto positivo e propulsore di un'importante attivazione psicofisiologica, argomento centrale e fondante del presente elaborato. Successivamente sono stati approfonditi gli aspetti neurocognitivi sottostanti e conseguenti all'esperienza stressogena (Granic et al., 2014; Green e Bavelier 2003, 2007; Sharma et al., 2006; Snodgrass, et al., 2016). In seguito, si è cercato di comprendere gli effetti del gioco sulle performance cognitive che sono stati riscontrati in letteratura, soffermandosi nel dettaglio sull'attenzione visuo-spaziale (Chisholm et al., 2010; Hubert-Wallander et al., 2010; Kozhevnikov, et al., 2018; Skosnik et al., 2000). Successivamente, vengono espone le possibili applicazioni del giocare in ambito educativo e terapeutico, in particolare sulla dislessia evolutiva (Franceschini et al., 2012; 2013; Franceschini & Bertoni, 2019). L'ultima parte del secondo capitolo espone le possibili conseguenze negative e gli effetti collaterali potenzialmente dannosi degli AVG (Bavelier et al., 2011; Ferguson, & Rueda, 2010).

Nel terzo ed ultimo capitolo viene presentata la ricerca empirica svolta nel laboratorio di Neuroscienze Cognitive dello Sviluppo facente parte del Dipartimento di Psicologia

Generale dell'Università degli Studi di Padova. L'ipotesi che ha posto le fondamenta della ricerca è stata quella che il gioco producesse uno stato di attivazione capace di portare ad un miglioramento delle prestazioni e delle capacità cognitive. Si è tentato, inoltre, di valutare il ruolo del divertimento e delle emozioni sulle funzioni cognitive coinvolte nei futuri apprendimenti scolastici. Per cogliere al meglio tale aspetto sono state messe a confronto due attività ludiche differenti: un videogioco d'azione (i.e. AVG) e un tradizionale gioco da tavolo. Per raggiungere lo scopo è stato progettato uno studio crossover a singolo cieco che ha coinvolto 45 bambini di età prescolare frequentanti due scuole dell'infanzia.

I. ASPETTI TEORICI SULL'ATTENZIONE SPAZIALE

1.1. Definizione di attenzione selettiva

L'attenzione è un costrutto molto complesso, dalle varie forme e declinazioni. In questo studio ci si è soffermati sulla natura selettiva dell'attenzione, definita come la capacità di poter selezionare alcuni stimoli provenienti dall'ambiente rispetto ad altri (VandenBos, 2007). Questo meccanismo è fondamentale per l'essere umano poiché l'ambiente naturale fornisce costantemente una quantità di informazioni illimitate che, per essere elaborate, richiedono risorse e abilità altrettanto illimitate, di cui, tuttavia, l'uomo non è provvisto. Per questo motivo il sistema cognitivo umano opera un'attività di filtraggio (Broadbent, 1958). Alcuni studiosi hanno condotto degli esperimenti che hanno mostrato la capacità limitata dell'uomo di elaborare i molteplici stimoli ambientali (Broadbent, 1952; Cherry, 1953). È stato dimostrato, per esempio, che le prestazioni degli individui sono più basse quando sono portati a rispondere a due domande poste da due diverse voci nello stesso momento (Broadbent, 1952). Cherry (1953), invece, ha svolto alcuni esperimenti sull'ascolto dicotico, durante i quali, ogni soggetto sperimentale, ha ricevuto un messaggio per ogni orecchio nello stesso momento, ma è stato in grado di porre l'attenzione solo su uno dei due. L'altra informazione, infatti, non è stata in alcun modo elaborata, né a livello di significato, né nelle sue caratteristiche. Si potrebbe quindi immaginare l'attenzione come una sorta di "fascio di luce" che viene spostato su elementi di diversa natura: visivi, uditivi e temporali. L'attenzione selettiva, inoltre, permette di focalizzarsi su alcune caratteristiche specifiche dello stimolo tralasciando, però, altre informazioni e stimoli considerati meno importanti (Cherry, 1953; MacLeod, 1991; Stroop, 1935).

1.1.1 Modelli di attenzione selettiva

Nel corso del Ventesimo secolo, arrivando sino ai giorni nostri, i meccanismi dell'attenzione selettiva sono stati approfonditi da diversi studiosi, fra cui Broadbent (1958), Treisman (1964) e Deutsch e Deutsch (1963) i quali hanno proposto diversi modelli del funzionamento attentivo.

Il modello del filtro di Broadbent (1958) si basa sull'idea che le informazioni ambientali passino attraverso dei "canali input" per poi essere filtrate da un sistema selettivo. In

questo modo alcuni elementi vengono scartati immediatamente, mentre alcuni passano al “canale di decisione”, strumento fondamentale nel processo di immagazzinamento delle informazioni, che possiede capacità limitate e ha accesso alla memoria a lungo termine. Data la limitatezza delle risorse di elaborazione, il procedimento adibito alla selezione permette di non sovraccaricare il sistema. Il filtraggio avviene sulla base delle caratteristiche fisiche dello stimolo e, una volta vagliate, raccolte e processate le informazioni considerate primarie, viene elaborata una risposta. Secondo Broadbent (1958) l'analisi delle caratteristiche avviene in successione e quelle che vengono selezionate sono successivamente sottoposte ad ulteriori elaborazioni. L'ordine dell'esame delle informazioni e la fase della selezione di queste ultime possono essere sia fissi che variabili. Per verificare la sua ipotesi Broadbent (1958) ha condotto un esperimento in cui, ad un soggetto, veniva fatto ascoltare un messaggio differente per orecchio allo stesso tempo, in seguito l'individuo doveva ripetere ciò che aveva sentito. Dalla registrazione delle performance è stato osservato che le persone tendevano ad essere più precise quando ripetevano il messaggio orecchio per orecchio, a significare che l'elaborazione avveniva serialmente e non contemporaneamente.

Sulla base del modello di Broadbent (1958), Treisman (1964) ha formulato il modello del filtro attenuato che condivide con il primo la struttura di filtraggio a “collo di bottiglia”. La differenza principale fra i due è che nel modello di Treisman (1964) le informazioni scartate non vengono eliminate, ma solamente attenuate. Ciò sta a significare che gli individui elaborano ugualmente il significato dei messaggi attenuati. Il modello è stato formulato a partire da un esperimento nel quale i partecipanti ricevevano un messaggio atteso in un orecchio, che doveva essere ripetuto ad alta voce, mentre sentivano un'informazione inattesa nell'altro; dalla ricerca è emersa l'evidenza che i partecipanti erano in grado di riportare sia i messaggi attesi che quelli inattesi.

Deutsch e Deutsch (1963), invece, hanno posto l'accento sull'aspetto temporale dell'attività di filtraggio e hanno elaborato la teoria della selezione tardiva. Rispetto alla teoria del filtro di Broadbent (1958), che sosteneva che l'attività di filtraggio avveniva nelle prime fasi dell'analisi, per Deutsch e Deutsch (1963), quest'ultima, procede con la selezione solo nel momento in cui viene emessa la risposta. I ricercatori statunitensi,

inoltre, ritengono che sia le informazioni rilevanti che quelle irrilevanti vengono elaborate da un punto di vista semantico.

1.2 L'attenzione selettiva spaziale

Concentrandosi in particolare su aspetti prettamente visivi, secondo l'American Psychiatric Association (APA) l'attenzione visiva è il processo tramite cui viene selezionato un obiettivo, o bersaglio, tra diversi distrattori (VandenBos, 2007). Tramite quest'ultima il "fuoco" viene posto su una parte dello spazio in cui si presenta lo stimolo, ciò è possibile grazie alla componente orientativa del sistema di attenzione (Petersen & Posner, 2012). Se, quindi, si può orientare il focus verso una particolare zona dello spazio, allora si potrebbe considerare l'attenzione spaziale come un tipo di quella selettiva dato che prevede una selezione dell'ambiente circostante e delle informazioni che da esso provengono.

L'attenzione selettiva spaziale presenta, fondamentalmente, due modalità di funzionamento: top-down (endogena) e bottom-up (esogena) (Connor et al., 2004). Il meccanismo dall'alto verso il basso è di tipo *goal directed* e dipende dalla volontà del soggetto; quest'ultimo, attiva strategie cognitive a lungo termine e orienta l'attenzione in base alle necessità. Al contrario, quando sono presenti stimoli improvvisi ed esterni, si attiva un meccanismo dal basso verso l'alto di tipo *stimulus directed*. Questo tipo di funzionamento è automatico ed involontario e l'attenzione viene spostata verso stimoli salienti e potenzialmente importanti; si pensi, ad esempio, all'improvvisa comparsa di un segnale luminoso mentre si cammina in strada (Connor, et al., 2004). Il processo che concerne il meccanismo top-down e bottom-up dell'attenzione riguarda l'impiego di diverse zone del cervello; il primo è infatti localizzato nella corteccia dorsale parietale posteriore e in quella frontale e si attiva per la selezione cognitiva di informazioni e risposte sensoriali. Il bottom-up, invece, è gestito dall'emisfero destro, in particolare nella corteccia temporoparietale e fronto ventrale, ed è responsabile di stimoli salienti e inaspettati (Corbetta & Shulman, 2002).

L'orientamento automatico si distingue da quello volontario per due caratteristiche: prima di tutto è indipendente sia dalla volontà del soggetto che dall'interferenza di altri compiti o stimoli, (Jonides & Irwin, 1981); in secondo luogo, avviene molto velocemente, circa 200 millesimi di secondo dalla comparsa dello stimolo, al contrario di quello volontario

che può avvenire in un lasso di tempo maggiore a mezzo secondo (Müller & Rabbit, 1989). Tuttavia, nonostante i due meccanismi lavorino in modo diverso, spesso interagiscono fra loro (Egeth & Yantis, 1997).

Gli studiosi suggeriscono che gli stimoli in grado di catturare l'attenzione si distinguono in *singleton* e *onset*. Il primo è un oggetto che si distingue dagli altri presenti nel campo visivo per una particolare caratteristica che può essere di tipo cromatica, di forma e di orientamento; gli *onset*, invece, consistono in elementi visivi improvvisi e inopinati (Todd & Kramer, 1994).

1.2.1 Teorie dell'attenzione visiva spaziale

Le teorie dell'attenzione visiva si concentrano perlopiù sul concetto di "limite" della capacità attentiva di elaborare più elementi simultaneamente. La questione è stata affrontata con teorie differenti (Duncan, 1984).

Teoria basata sugli oggetti

Secondo Neisser (1967) l'analisi percettiva avviene in due fasi: uno stadio pre-attentivo, in cui il campo visivo viene suddiviso sulla base delle proprietà della Gestalt, e la fase di attenzione focale, in cui si analizza ogni oggetto in modo dettagliato. Il discernimento degli elementi avviene in modo seriale, quindi, secondo Neisser (1967) il limite delle risorse di elaborazione dipende dal numero di oggetti diversi presenti nel campo visivo poiché l'analisi di più oggetti non può avvenire contemporaneamente. Questa posizione è stata condivisa anche da altri studiosi, fra cui Kahneman e Henik (1981) e Treisman e colleghi (1983).

Teoria della discriminazione

Allport (1971; 1980) ha proposto la teoria della discriminazione, secondo la quale esistono dei sistemi di analisi specifici per ogni particolare caratteristica dello stimolo come, per esempio, forma e colore. Quando due elementi necessitano di essere vagliati dallo stesso sistema di analisi allora si crea un sovraccarico in grado di compromettere le possibilità di conoscenza dello stimolo; se, invece, ad essere coinvolti nella disamina sono due sistemi differenti allora non v'è alcun tipo di interferenza. Questa teoria, tuttavia, non esclude quella basata sugli oggetti poiché il limite delle risorse di elaborazione potrebbe

dipendere sia dal numero di oggetti da analizzare, sia da caratteristiche condivise da più elementi del campo visivo (Duncan, 1984).

Teoria basata sullo spazio

Secondo la teoria basata sullo spazio in ogni momento l'attenzione si focalizza su un preciso spazio del campo visivo andando ad analizzare gli stimoli contenuti al suo interno (Eriksen & Hoffman, 1973; Hoffman & Nelson, 1981; Posner et al., 1980). Seguendo questo punto di vista il limite di elaborazione attentiva dipenderebbe dall'ampiezza del campo visivo analizzato. Di conseguenza, ancora una volta, la teoria non è contraddittoria rispetto a quella basata sugli oggetti ma, al contrario, le due si potrebbero considerare complementari poiché entrambe ammettono l'esistenza di due sistemi, uno che seleziona un'area del campo visivo, e l'altro che si focalizza su un elemento specifico in quell'area (Duncan, 1984).

1.2.2 Modelli dell'attenzione visiva spaziale

Per studiare i meccanismi di controllo dell'attenzione visiva sono stati sviluppati diversi modelli (Cave e Wolfe, 1990; Duncan e Humphreys, 1989; Koch & Ullman, 1985; Treisman & Gelade, 1980; Wolfe, 1994). Di seguito vengono esposti tre dei principali paradigmi analitici esistenti in letteratura.

La *Feature Integration Theory* (FIT), formulata da Treisman e Gelade (1980), si basa su un modello gerarchico del processo attentivo che prevede, nella fase iniziale, un'analisi dell'immagine visiva secondo un numero finito di dimensioni e caratteristiche che avviene in modo automatico e parallelo. In un primo momento, tramite la mappa principale, vengono analizzati la posizione, ma non le caratteristiche fisiche, degli elementi della scena visiva (Treisman & Souther, 1985; Treisman & Gormican, 1988). Gli studiosi spiegano che quando l'attenzione è focalizzata su un oggetto le sue caratteristiche di colore, forma, luminosità e dimensione vengono elaborate distintamente da aree diverse del cervello, per poi essere unite in un'unica rappresentazione che Treisman chiama "file-oggetto" (Treisman et al., 1983). Ciò presuppone che prima di concentrarsi sull'elemento, esso sia soltanto un insieme di caratteristiche scisse tra loro e rappresentate in parti diverse del cervello umano; solo dopo che il fuoco dell'attenzione

si è focalizzato sull'oggetto di interesse lo si considera come unità complessiva. Rensink (2000) aggiunge che quando l'attenzione si sposta su un altro elemento, la rappresentazione dell'oggetto precedente torna a scindersi nella sua forma preoggettuale.

Il *Guided search model* di Cave e Wolfe (1990) si basa sulla FIT e prevede una rappresentazione iniziale dell'ambiente visivo analizzata da mappe fotografiche specifiche applicate nelle diverse caratteristiche e declinazioni dello stimolo, per esempio colore, orientamento e forma. Tali mappe fanno in modo che gli oggetti con caratteristiche salienti catturino maggiormente l'attenzione, mentre gli oggetti vicini ma meno importanti vengano inibiti. Ciò provoca dei picchi di attivazione nelle zone del campo visivo in cui è presente lo stimolo che promuovono la cattura dell'attenzione. Questo meccanismo è alla base del processo bottom-up (Cave & Wolfe, 1990; Wolfe, 1994; Wolfe et al., 1989). Le mappe top-down, invece, fondano le loro basi sulle conoscenze e aspettative del soggetto; un elemento è quindi saliente quando si dimostra in grado di aderire o richiamare ciò che l'individuo già conosce. Questi due tipi di mappe si uniscono e creano quella di attivazione generale (Cave e Wolfe, 1990) (Figura 1).

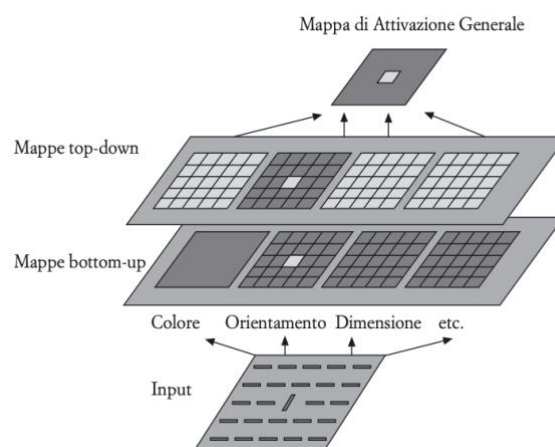


Figura 1. Rappresentazione schematica delle componenti bottom-up e top-down del modello del Guided Search (Cave & Wolf, 1990)

Duncan e Humphreys (1989) hanno proposto un ulteriore modello prendendo ispirazione dal Guided search. Secondo quest'ultima la risposta dell'individuo deriva dall'attivazione della memoria a breve termine (MBT) visuo-spaziale determinata dallo stimolo

ambientale. L'accesso dello stimolo alla MBT dipende da quanto questo somiglia al bersaglio ponendo l'attenzione anche ad eventuali distrattori presenti nel campo visivo, come anticipato da Cave e Wolf (1990). Duncan e Humphreys (1989), però, sostengono che tutte le caratteristiche dello stimolo possano essere rappresentate in una sola mappa multidimensionale a differenza di Cave e Wolf (1990) che prevedevano mappe diverse a in base, per esempio, al colore, orientamento e dimensione.

1.3 I paradigmi dell'attenzione visuo-spaziale

Per studiare l'attenzione spaziale sono stati sviluppati diversi paradigmi sperimentali. Fra i più noti si riconoscono il paradigma del suggerimento spaziale (*spatial cueing*) e quello della ricerca visiva. Il primo è stato sviluppato dallo psicologo americano Michael Posner e dai suoi collaboratori (Posner, 1980; Posner et al., 1980). Essi sono partiti dal fatto che se l'attenzione si può muovere nello spazio, allora si possono indagare le conseguenze di tale spostamento sulla prestazione dell'individuo. In riferimento a ciò Posner, a seguito del suo studio, ha aggiunto che se si chiede ad un osservatore di individuare la comparsa di uno stimolo, egli agisce con più velocità se prima ha ricevuto un'indicazione sul luogo della comparsa del bersaglio. Il paradigma della ricerca visiva, argomento centrale del presente elaborato, è stato studiato dalla psicologa britannica Anne Treisman e dai suoi collaboratori (1980) e affonda le sue radici teoriche nella FIT. Esso gode di alta versatilità e validità ecologica e consente, inoltre, di analizzare le eventuali interazioni fra attenzione e percezione consapevole (Müller & Krummenacher, 2006).

1.3.1 La ricerca visiva di Treisman

Il paradigma del *visual search* consiste nel presentare al soggetto una serie di stimoli, alcuni di questi rappresentano il bersaglio, mentre tutti gli altri sono i distrattori (Treisman & Gelade, 1980). Al soggetto sperimentale viene chiesto di trovare gli elementi bersaglio nel minor tempo possibile. La variabile dipendente è il tempo e la correttezza degli item individuati, mentre quella indipendente è la numerosità dei distrattori (*set-size*). Diversamente da quanto si potrebbe pensare il tempo non dipende necessariamente dal numero di distrattori; non varia e non dipende, quindi, dall'aumentare o diminuire degli elementi confondenti. La ricerca del bersaglio, dunque, è efficiente quando la velocità con cui vengono individuati gli elementi è indipendente dalla quantità di distrattori

presenti. Il livello di efficienza si alza quando il bersaglio si distingue in modo evidente rispetto ai distrattori per qualche caratteristica, quando ciò accade la strategia di ricerca che viene adottata è definita *feature search*. In questo caso secondo Treisman e Gelade (1980) il soggetto sperimentale si lascia guidare nella ricerca da una modalità pre-attentiva, invece, secondo altri studiosi l'attenzione è attiva e attratta dal bersaglio (Cave e Wolfe, 1990). Diversamente la ricerca visiva diventa inefficiente quando il bersaglio è simile ai distrattori e questo fa in modo che il compito richieda un lasso di tempo maggiore rispetto ai casi in cui il bersaglio spicca ed è individuabile in modo lampante, dando origine al fenomeno di pop-out. Questo tipo di ricerca è definito *conjunction search*, ossia possibile solo grazie ad una congiunzione di caratteristiche. Il tempo finale, quindi, dipende dalla quantità dei distrattori e dalla somiglianza del bersaglio con gli altri elementi confondenti; tuttavia, se gli oggetti di contorno condividono caratteristiche di somiglianza solo fra di loro, la ricerca risulta più efficiente (Duncan & Humphreys, 1989).

I ricercatori hanno opinioni divergenti rispetto al tipo di controllo di attenzione utilizzato nel compito di ricerca visiva (Folk et al., 1992; Yantis, 1993). Yantis (1993) riprende la distinzione che fa Duncan (1985) fra attributi definenti e attributi riportati del bersaglio. I primi consistono in quello che il soggetto sta cercando durante il compito, cioè in una particolare caratteristica del bersaglio; gli attributi riportati, invece, consistono nel modo in cui l'osservatore descrive il bersaglio nella sua risposta. Yantis (1993) sostiene che l'attenzione lavora in modalità bottom-up, o *stimulus driven*, solo quando avviene una cattura tramite un *singleton*, ossia un oggetto che si distingue dagli altri per una particolare caratteristica, che non condivide con il bersaglio attributi definenti o riportati. Folk e colleghi (1992), invece, propongono un'ipotesi alternativa introducendo il concetto di set attentivo che viene determinato dagli obiettivi impliciti o espliciti di chi osserva. Nel setting sperimentale gli obiettivi sono dati dalla consegna del compito mentre nella vita quotidiana dipende dallo scopo dell'azione in atto; nonostante ciò, in entrambi i casi il set attentivo viene costruito sulla base delle caratteristiche che l'osservatore sta ricercando. Secondo Folk e colleghi (1992) la cattura automatica dell'attenzione avviene con ogni caratteristica del bersaglio e non solo con l'onset, al contrario di quanto sostengono Jonides e Yantis (1998) e Yantis (1993), purché venga creato un appropriato set attentivo. Tuttavia, ci sono idee contrastanti a riguardo di tale aspetto poiché, nonostante la cattura

sia involontaria, se è stato costruito un set, essa non può considerarsi stimulus driven, ma goal directed. Per definizione, infatti, la cattura stimulus driven consiste in un tipo di attenzione automatica dettata da stimoli esogeni e inaspettati dal soggetto, quindi al di fuori del suo set attentivo (Yantis, 1993).

Un altro contributo fondamentale è quello di Bacon ed Egeth (1994) che introducono due strategie diverse che possono essere spese nella ricerca visiva: *Singleton Detection Mode* (SDM), e *Feature Search Mode* (FSM). La modalità SDM viene adottata quando l'individuo cerca il bersaglio basandosi sulla ricerca di una qualsiasi caratteristica unica e contraddistintiva rispetto agli altri elementi del set attentivo; in questo caso il bersaglio è singleton e il set è allargato e meno preciso. Questa strategia è più veloce ed economica poiché richiede meno impegno a livello cognitivo; tuttavia, il limite è che in alcuni casi anche i distrattori possono avere caratteristiche che li rendono unici rispetto agli altri e questo aspetto potrebbe rendere la ricerca visiva inefficace. Per esempio, se la consegna di un compito consiste nell'individuazione di un cerchio rosso con una linea orizzontale o verticale e fra gli elementi distrattori ci dovessero essere cerchi verdi, sarebbe molto immediato per l'osservatore distinguere il cerchio rosso poiché, essendo unico rispetto agli altri, sarebbe facile ricercare l'elemento che spicca per le sue caratteristiche. Se, invece, nella configurazione fosse presente anche un distrattore verde a forma di quadrato, l'attenzione sarebbe catturata per via di un suo aspetto unico rispetto ai cerchi. Al contrario, quando il soggetto adotta una strategia FSM va alla ricerca di una caratteristica chiara, precisa e particolare. In questo caso, anche se ci fosse un altro singleton oltre al bersaglio, non ci sarebbe una cattura dell'attenzione perché il soggetto sta ricercando una qualità ben precisa e non l'unico elemento che differisce dal pattern previamente definito. Il set che viene costruito in questa modalità di ricerca è ristretto e la strategia è molto più efficace nonostante sia molto più dispendiosa a livello cognitivo. Quando il compito permette l'utilizzo di entrambe le strategie, viene automaticamente messa in atto la SDM, anche se meno efficiente (Bacon & Egeth, 1994). Gli studiosi aggiungono che la modalità SDM non può essere considerata *stimulus driven*, ma *goal directed*, cioè top-down. Anche se meno preciso, infatti, viene comunque costruito un set attentivo che pone l'attenzione su qualsiasi elemento singleton e non solo sul bersaglio; l'attenzione, quindi, non è realmente catturata in modo involontario. Secondo gli Autori la cattura automatica

avviene solo quando il soggetto usa una modalità FSM con un set ristretto alle caratteristiche del bersaglio (Bacon & Egeth, 1994).

In sostanza sembra esserci abbastanza chiarezza sulle situazioni in cui la ricerca visiva funziona per modalità top-down; tuttavia, non si può dire lo stesso per quanto riguarda la cattura bottom-up (Yantis e Jonides, 1990; Warner et al., 1990). Sembrerebbe che le caratteristiche responsabili della cattura automatica siano l'onset e il colore. Nel caso di stimolo improvviso e inaspettato la cattura avviene per bottom-up, a meno che il soggetto non si stia concentrando volontariamente su un'altra parte del set. Nel caso della cattura bottom-up concernente il colore invece la situazione risulta ancora poco chiara.

II. L'ESPERIENZA DI GIOCO E I SUOI EFFETTI

2.1 Il gioco come fonte di eustress

Selye (1987) ha definito il concetto di stress come un fenomeno aspecifico che consiste in una serie di sintomi dovuti alla rottura dell'omeostasi causata da agenti nocivi. Esso genera una risposta di attivazione fisiologica, comportamentale e psicologica utile ad affrontare un evento ambientale percepito come una minaccia (Selye, 1957; Rice, 1999). Tale definizione, tuttavia, ha suscitato il disaccordo di altri studiosi, fra cui Mason (1972) e Dickerson e Kemeny (2002), poiché non dividevano la natura non specifica dello stress ipotizzata da Selye. Secondo Mason (1972), infatti, per generare una risposta da stress è necessario che una situazione ambientale sia interpretata come nuova e/o imprevedibile e che l'individuo abbia la percezione di non avere il controllo su ciò che sta accadendo. Dickerson e Kemeny (2002), inoltre, aggiungono che l'eventuale minaccia di una valutazione sociale rappresenta un'ulteriore caratteristica della risposta di stress. Studiando gli animali è stato dimostrato che i fattori di stress acuto scatenano una serie di reazioni neuroendocrine che includono il rilascio di corticotropina e delle catecolamine, fra cui noradrenalina e dopamina (Joëls & Baram; 2009). La secrezione di tali neurotrasmettitori ha lo scopo di distribuire nuovamente le risorse di elaborazione necessarie per rispondere alle richieste cognitive e ambientali (Arnsten, 1998; 1999; De Kloet et al., 2005; Roozendaal, et al., 2009). Viene attivata, inoltre, l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA) che genera il rilascio e il conseguente aumento di corticosteroidi nella corteccia surrenale (Droste et al., 2008).

A seconda di come il soggetto valuta la situazione e in base all'attivazione fisiologica che ne deriva, si possono distinguere il distress e l'eustress (King et al., 1983; Winsky-Sommerer et al., 2005).

Il primo consiste in uno stato psicologico di disagio, caratterizzato da emozioni negative, che si genera quando l'individuo percepisce le richieste ambientali come al di sopra delle proprie capacità e risorse. Si parla di eustress, invece, quando l'individuo valuta positivamente l'esperienza di stress e l'attivazione fisiologica sperimentata (Edwards & Cooper, 1988; Holland et al., 2013; Le Fevre et al., 2003; Selye, 1987).

Il gioco è in grado di creare uno stato di piacere e delle risposte positive sul piano emotivo, cognitivo e fisiologico (Granic et al., 2014; Fredrickson, 2001; 2004; 2013), pertanto può essere considerato come una fonte di eustress (Snodgrass, et al., 2016). Secondo alcuni Autori, infatti, il gioco non è soltanto un momento ludico di divertimento, ma è anche capace di generare uno stato di attivazione emotiva, cognitiva e fisiologica che porta rottura dello stato di equilibrio preesistente (Franceschini et al., 2022; Green & Bavelier 2003, 2006; Sharma et al., 2006). Granic e colleghi (2014), ad esempio, sostengono che gli effetti positivi del gioco si possano osservare su quattro dimensioni del benessere: cognitivo, motivazionale, emotivo e sociale. A sostegno di ciò gli studi in letteratura concordano sul fatto che il gioco promuova lo sviluppo di capacità emotive, di coping, di problem solving, di interazione con l'ambiente sociale e il miglioramento dal punto di vista della resilienza fisica e psicologica (Fredrickson & Branigan, 2005; Fredrickson, 2004; Ginsburg, 2007; Graham & Burghardt, 2010; Gray, 2009; Habermas & Bluck, 2000; Pellis & Pellis, 2013; Phillips, 2003; Piaget, 2013; Proyer et al., 2019; Vanderschuren & Trezza, 2013). Fredrickson (2001; 2013) sostiene inoltre che, quando si gioca, il divertimento sia in grado di produrre emozioni positive direttamente correlate all'aumento del campo percettivo capace di facilitare, a sua volta, l'integrazione di informazioni derivate dai diversi stimoli ambientali. In relazione alla dimensione sociale del gioco esso incoraggia l'interazione positiva e la cooperazione (Herodotou et al., 2014; Jin & Li, 2017). Concentrandosi sugli aspetti cognitivi Bavelier e colleghi (2011) sostengono che non sia ancora chiara la relazione fra il gioco e gli effetti sulle facoltà cognitive. Lillard e colleghi (2017) hanno condotto degli studi longitudinali sull'argomento su un campione di bambini frequentanti la scuola dell'infanzia. I risultati hanno dimostrato che il livello di divertimento percepito era connesso ad un aumento dei successi accademici. Baas e colleghi (2008), invece, hanno svolto una meta-analisi sugli effetti del tono edonico e hanno concluso che esperienze di divertimento producono uno stato attivo che migliora le capacità lessico-semantiche. Tuttavia, si ipotizza che siano centrali le specifiche caratteristiche del gioco e dell'individuo.

2.1.1 Basi neuropsicologiche della risposta allo stress acuto

Per poter comprendere a pieno le conseguenze dell'eustress, generato dal momento ludico, è necessario approfondire i meccanismi neuropsicologici che si innestano alla base dell'esperienza di stressante.

I sistemi neurocognitivi centrali nella risposta di stress sono la rete di salienza (SN) (o *Saliency Network*) e la rete esecutiva di controllo (CEN) (o *Central Executive Network*) (Corbetta et al., 2008; Hermans et al., 2011; Menon, 2011; Seeley et al., 2007; Sridharan et al., 2008). Il SN è responsabile della risposta a stimoli ambientali salienti o minacciosi e della mobilitazione delle risorse energetiche necessarie per affrontarli (Corbetta et al., 2008; Seeley et al., 2007). Tale sistema è guidato da un processo di elaborazione di tipo endogeno e automatico, definito bottom-up. Il SN comprende diverse strutture cerebrali fra cui: l'amigdala, la corteccia cingolata anteriore dorsale e l'ipotalamo (responsabili del controllo neuroendocrino), l'insula anteriore (coinvolta nella percezione viscerale), il talamo e le regioni infero-temporali e tempo-parietali (implicati nel controllo automatico dell'attenzione), lo striato (deputato nel rinforzo comportamentale e nel comportamento abituale) e i nuclei del tronco encefalico e del mesencefalo (interessati nella segnalazione catecolaminergica) (Ashby et al., 2010; Corbetta et al., 2008; Goulden et al., 2014; Seeley et al., 2007). Da diversi studi è emerso che anche il locus coeruleus (LC) risulta particolarmente coinvolto nella risposta agli stimoli salienti, poiché è capace di orientare l'attenzione selettiva verso stimoli inaspettati e minacciosi per l'individuo (Aston-Jones & Cohen, 2005; Sara & Bouret, 2012). Il SN, tramite il coinvolgimento delle regioni striatali, permette di rispondere in modo rapido e improvviso agli eventi ambientali. A questo proposito, studi sugli animali e sull'uomo hanno dimostrato che un evento stressante provoca un cambiamento nel comportamento; si passa, infatti, da un'azione flessibile e ragionata ad una più rigida ed impulsiva (Ashby et al., 2010; Hermans et al., 2014; Packard & Goodman, 2012; Packard, 2009; Schwabe & Wolf, 2009).

Quando, invece, si deve affrontare un compito cognitivo che richiede risorse attentive viene attivato il CEN, responsabile, fra l'altro, della memoria di lavoro, del processo decisionale e del comportamento diretto ad un obiettivo (Bunge et al., 2001; Fox et al., 2006; Miller & Cohen, 2001). Le funzioni del CEN sono svolte tramite la rete fronto-parietale che, a sua volta, implica le aree frontali dorsali e quelle parietali posteriori dorsali (Fox et al., 2006; Vincent et al., 2008). Questo circuito è responsabile

dell'elaborazione top-down, quindi endogena e consapevole (controllo volontario dell'attenzione).

Gli studi hanno riportato che i due networks hanno un rapporto di natura inversa, negativa e asimmetrica. Ciò sta a significare che all'attivazione di uno consegue l'inibizione dell'altro (Hermans et al., 2014; Zhou et al., 2018). Tale meccanismo è dovuto alla limitatezza delle risorse energetiche del cervello, motivo per cui, grazie ai sistemi neuromodulatori, esse vengono riallocate strategicamente a seconda delle necessità della situazione (Bargmann, 2012, Hermans et al., 2014, Singh & Fawcett, 2008).

Tramite esperimenti di neuroimaging è stato osservato che, in concomitanza dello stress acuto, si registra un'importante attivazione delle regioni cerebrali coinvolte nel SN (Cousijn et al., 2010; Oei et al., 2012; Van Marle et al., 2009). Al contrario, Qin, e colleghi (2009) hanno dimostrato che lo stress agisce in modo negativo sulla corteccia prefrontale dorsolaterale, regioni fondamentale del CEN. Studi sui roditori e sull'uomo, inoltre, hanno riferito che, a seguito della fase iniziale di stress, vi è un rilascio di catecolamine e corticosteroidi che contribuiscono alla soppressione del CEN a favore del SN, il quale è in grado di elicitare una risposta immediata allo stimolo esterno, seppur meno ponderata (Barsegyan et al., 2010; Hermans et al., 2014).

La risposta allo stress dei sistemi neurocognitivi è adattiva e flessibile; infatti, l'attivazione e disattivazione dei network si inverte nel momento in cui la situazione esterna non è più percepita come saliente o minacciosa (Hermans et al., 2014; McEwen & Gianaros, 2011). Nella fase di ripristino, infatti, le risorse cognitive vengono riallocate a favore del CEN, mentre il SN viene soppresso (Barsegyan et al., 2010; Hermans et al., 2014).

Un ruolo cruciale in questo meccanismo è svolto da catecolamine (dopamina e noradrenalina) e dai corticosteroidi. I neurotrasmettitori e gli ormoni, infatti, aumentano nella prima fase di risposta allo stress, portando l'attivazione del SN e inibendo il CEN. Successivamente, una volta terminato il momento stressante, invertono l'equilibrio favorendo il ritorno allo stato omeostatico interno (Hermans et al., 2014).

Hermans e colleghi (2014), tramite il loro modello bifasico-reciproco di riallocazione delle risorse, hanno suggerito che, dopo circa 60 minuti dall'inizio dello stress acuto, si verifichi non solo un recupero, ma un vero e proprio potenziamento delle funzioni

cognitive del CEN che favoriscono un aumento di flessibilità e adeguamento degli obiettivi a lungo termine.

2.2 AVG: caratteristiche e potenzialità

Le ricerche oggi si concentrano su una particolare categoria di gioco, ossia gli AVG, poiché godono di caratteristiche peculiari che permettono di stimolare diverse abilità e producono effetti significativi. Gli AVG si distinguono per la grande velocità e complessità delle scene che si susseguono nell'ambiente virtuale e dei movimenti oculomotori che l'individuo deve compiere per giocare e per far fronte ai vari stimoli (Franceschini et al., 2022; Gong et al., 2016). Fra le abilità coinvolte negli AVG si riconoscono l'elaborazione visiva (Green & Bavelier, 2007), la coordinazione oculomotoria (West et al., 2013), la coordinazione occhio mano (Jones, et al., 1976), la sensibilità al contrasto (Li et al., 2009), i movimenti del corpo (Kennedy et al., 2011) e le funzioni cognitive, fra cui attenzione e memoria (Gong et al., 2016). Come spiegano Siang e Rao (2003), i giocatori agiscono e reagiscono agli stimoli dell'AVG; tale relazione risulta essere positiva e secondo Li e Atkins (2004) porta ad uno sviluppo nei bambini di età prescolare sia a livello comportamentale che cognitivo.

Tuttavia, gli effetti a lungo termine si possono osservare solo dopo decine di sessioni di gioco dalla durata complessiva di almeno 10-50h (Bediou et al., 2018), mentre gli studi sugli effetti a breve termine non sono ancora stati sufficientemente approfonditi (si veda, per esempio, Tahiroglu et al., 2010; Granic et al., 2014, Franceschini et al., 2022). A questo proposito Skosnik e colleghi (2000) hanno svolto una ricerca sugli effetti del gioco misurando il livello salivare di cortisolo e l'enzima α -amilasi e hanno osservato che dopo 15 minuti di AVG si poteva notare un miglioramento nelle performance cognitive in compiti di percezione al computer. Kozhevnikov e colleghi (2018) hanno rilevato un miglioramento nella percezione visiva e nei compiti di memoria nei soggetti che hanno giocato ad AVG per 20 minuti e hanno paragonato le loro performance con individui che hanno solo guardato altri giocatori durante il gioco. Sempre nello stesso studio sono stati rilevati anche miglioramenti nelle capacità attenzionali visuo-spaziali specifiche, mentre altre componenti dell'attenzione non hanno riportato cambiamenti significativi. Franceschini e colleghi (2022), invece, hanno indagato la relazione tra le emozioni positive e gli effetti a breve termine degli AVG a livello cognitivo e comportamentale. I

risultati della loro ricerca hanno evidenziato che gli AVG sono percepiti come divertenti e in grado di produrre un effetto di attivazione portando, quindi, ad un aumento dell'ampiezza del campo percettivo e riducendo le difficoltà a livello sensomotorio e di lettura nei bambini con disturbi dello sviluppo della coordinazione motoria (DCD) e dislessia (DD). Dopo un'ora di gioco con AVG, infatti, i bambini hanno letto le parole con maggiore accuratezza e velocità.

Ponendo nuovamente attenzione sulle basi neuropsicologiche del gioco (si veda il paragrafo 2.2), sono stati approfonditi gli studi in letteratura che hanno indagato gli effetti specifici dei AVG sulle componenti neurocognitive.

Gong e colleghi (2015) hanno approfondito gli aspetti attenzionali e di memoria di lavoro connessi agli AVG. Essi risultano connessi al CEN, mentre, il SN si occupa di stimoli improvvisi e salienti, tipici degli AVG (Seeley et al., 2007; Sridharan, et al., 2008). Cocchi e colleghi (2013), facendo riferimento al lavoro di Hermans e colleghi (2014) sul rapporto fra SN e CEN, suggeriscono che i giocatori esperti di AVG godano di un miglioramento delle capacità attentive e della memoria di lavoro dato dalla continua integrazione fra i due sistemi neurocognitivi. In aggiunta è stato dimostrato come gli AVG siano direttamente connessi ad un aumento della plasticità neuronale (Bavelier et al., 2012; Bavelier & Green, 2019; Dye et al., 2009; Qiu et al., 2018). Ciò accade perché gli AVG agiscono su due fattori importanti dell'apprendimento: ricompensa e attenzione verso stimoli rilevanti (Kiili, 2005; Watanabe & Sasaki, 2015). I sistemi di ricompensa giocano un ruolo diretto sull'apprendimento e il rilascio di dopamina connesso permette di creare una situazione di plasticità a livello cerebrale (Kilgard, & Merzenich, 1998).

2.2.1 AVG e attenzione

Una componente cognitiva particolarmente coinvolta negli AVG è l'attenzione visiva selettiva che permette di discriminare le informazioni rilevanti per il compito (Green & Bavelier, 2015). I risultati delle ricerche riportano che, a seguito delle sessioni di gioco, si possono osservare benefici comportamentali come miglioramenti nella gestione delle risorse attentive e della loro efficienza, nella visione di basso livello, nella velocità di elaborazione delle informazioni e nella capacità di inferenza statistica (Bavelier et al., 2011; Hubert-Wallander et al., 2010). Numerosi studi in letteratura sono giunti alla

conclusione che i AVG sono capaci di generare uno stato di *flow* dell'attenzione (Cowley et al., 2008; Klasen et al., 2012; Procci, et al., 2012; Sherry, 2004; Weber et al., 2009) caratterizzato da un alto assorbimento nel gioco e da un'intensa concentrazione (Klasen et al., 2012; Weber et al., 2009). Queste conclusioni spingono le persone a vedere il gioco sotto una nuova luce. Diversamente dal pensiero comune, infatti, non si tratta solo di un momento di divertimento, ma anche di un vero e proprio strumento di potenziamento delle capacità cognitive e visive. Per esempio, Bavelier e colleghi (2012), hanno mostrato che i giocatori esperti di AVG mostrano prestazioni migliori in compiti che hanno coinvolto l'attenzione visiva selettiva come l'enumerazione, *attentional blink* (Shapiro, 1994) e nell'attenzione spaziale distribuita misurata con il campo visivo utile (UFOV) (Sanders, 1970). Inoltre, confrontando giocatori esperti di AVG con giocatori amatoriali, è stato dimostrato che i primi hanno performance migliori in compiti relativi diverse dimensioni dell'attenzione visiva fra cui la soglia della percezione e la velocità di elaborazione (Schubert et al., 2015), la sensibilità visiva (Appelbaum et al., 2013), la memorizzazione a breve termine dell'informazione visiva (Blacker & Curby, 2013; Blacker et al., 2014; Colzato et al., 2012) l'elaborazione top-down delle informazioni nella ricerca visiva (Wu & Spence, 2013) la distribuzione spaziale dell'attenzione (Feng et al., 2007; West et al., 2008) e il controllo oculomotorio (West et al., 2013).

Per studiare gli effetti del gioco sulla VSA sono stati utilizzati numerosi paradigmi, uno di questi è UFOV (Sanders, 1970). Quest'ultimo consiste in un compito di distribuzione dell'attenzione sullo schermo per localizzare obiettivi periferici senza lasciarsi confondere dai distrattori (Feng et al., 2007; Green & Bavelier, 2003; Sekuler & Ball, 1986; Spence et al., 2009). Dai risultati degli studi svolti con questi strumenti emerge che i giocatori di AVG mostrano una migliore attenzione selettiva nello spazio, nel tempo, ma anche verso gli oggetti (Bavelier et al., 2012). Tali capacità si applicano con una modalità di attenzione di tipo top-down, per questo motivo si osserva che i giocatori di AVG presentano un maggiore controllo dell'attenzione dall'altro verso il basso; ciò permette di limitare l'effetto dei distrattori (Chisholm et al., 2010). Altri si sono chiesti se ci siano degli effetti anche sull'attenzione dal basso verso l'alto; tuttavia, nonostante l'attenzione guidata dallo stimolo sia coinvolta negli AVG, risulta che abbia un ruolo secondario e che l'attenzione esogena sia meno sollecitata. Pertanto, sembra che si siano cambiamenti disomogenei fra le diverse dimensioni dell'attenzione (Bavelier et al.,

2012). A supporto di questo Mishra e colleghi (2011) hanno sottoposto un campione di giocatori e non giocatori a un flusso di presentazioni visive seriali rapide e hanno osservato che i primi sopprimevano i distrattori in modo più efficiente e avevano tempi di reazione più rapidi nell'individuare lo stimolo. Si ipotizza che questo meccanismo sia dovuto ad un maggiore controllo esecutivo e attenzionale (Clapp, et al., 2011). Un altro contributo interessante è quello di Bavelier e colleghi (2012) che hanno somministrato a giocatori e non giocatori un compito di ricerca visiva facile e complessa per misurare la difficoltà di ricerca con distrattori in movimento. Coerentemente alle loro aspettative, è stata notata un'importante attivazione delle aree fronto-parietali, quindi del CEN, nei giocatori non abituali poiché sono stati esposti a maggiori richieste di risorse attentive rispetto al normale; al contrario invece, nei giocatori esperti c'è stata una ridotta attivazione del CEN e le informazioni rilevanti sono state filtrate in modo automatico e veloce.

Lavie e colleghi (2004) hanno proposto la teoria del carico attenzionale secondo la quale i giocatori abituali di AVG continuano ad elaborare gli stimoli irrilevanti nei compiti a basso carico percettivo, pur essendo efficienti anche nell'individuazione del bersaglio, ciò si verifica poiché possiedono molte risorse attenzionali allenate sempre a disposizione. Di conseguenza, quando il carico percettivo diventa maggiore, tutte le risorse vengono focalizzate sul bersaglio e si nota una minore elaborazione dei distrattori. I giocatori amatoriali o non esperti che non dispongono di risorse allenate, invece, impegnano tutte le loro risorse attentive nei compiti a basso carico percettivo e mostrano difficoltà nei compiti con molti distrattori (Dye et al., 2009; Green & Bavelier, 2003). Questa teoria ha creato confusione in letteratura sull'interpretazione dei risultati degli esperimenti poiché, contrariamente a quanto si ipotizzava, sostiene che alla base di una maggiore elaborazione dei distrattori ci siano più risorse attenzionali potenziali, mentre al contrario, gli individui con scarse risorse si concentrerebbero direttamente sul bersaglio e questo potrebbe quindi rappresentare un fallimento dell'attenzione selettiva (Irons et al., 2011).

2.3 Applicazioni cliniche

Oggi giorno i giochi vengono usati per molti scopi che vanno al di là dell'intrattenimento puramente ludico. Sono stati introdotti, per esempio, nell'ambito educativo per insegnare

in modo più interattivo (Li & Tsai, 2013), e in quello medico per il trattamento del dolore (Sil et al., 2014). Da un punto di vista clinico, invece, il gioco si è dimostrato un valido strumento di potenziamento cognitivo, utile in ambito terapeutico e di prevenzione (Franceschini et al., 2022). Negli ultimi anni, infatti, gli AVG sono risultati funzionali anche nella riduzione dei sintomi di pazienti adolescenti con ansia o depressione (Fleming et al., 2017; Fleming, Frampton & Merry, 2012; Lau, et al., 2017; Merry et al., 2012; Nijhof et al., 2018; Poppelaars et al., 2016; Schuurmans et al., 2015; Van Rooij et al., 2016; Wijnhoven et al., 2015).

Franceschini e colleghi (2022) hanno dimostrato che i bambini con DCD e DD potrebbero giovare dell'effetto positivo degli AVG che li porterebbe a ridurre i loro deficit sensomotori e di lettura. Invece Shaw e colleghi (2005) hanno posto l'attenzione sull'uso e sull'effetto degli AVG nei bambini con disturbo da deficit di attenzione (ADHD). Secondo i genitori i loro figli riuscivano ad essere maggiormente concentrati e motivati mentre giocavano; i bambini con ADHD, inoltre, risultano avere più controllo e capacità inibitorie durante l'utilizzo degli AVG (Shaw et al., 2005; Slusarek et al., 2001).

2.3.1 AVG e DD: uno strumento di potenziamento

L'eziologia della dislessia è complessa e ci sono diverse teorie a riguardo. Fra le principali ci sono: l'ipotesi fonologica (Langenberg et al., 2000; Melby-Lervag, et al., 2012; Preston & Edwards, 2010; Ramus, 2004), che prevede una compromissione del circuito fonologico, la teoria del deficit di elaborazione temporale di Tallal (1980), secondo cui alla base del disturbo c'è una difficoltà nel riconoscere eventi acustici brevi, la teoria cerebellare (Fawcett & Nicolson, 2004), che prevede una lieve disfunzione a livello del cervelletto che svolgerebbe un ruolo importante nell'automatizzazione della lettura, e la teoria magno-cellulare (Livingstone et al., 1991) che, invece, ipotizza un deficit a livello del sistema visivo dorsale. Nonostante la moltitudine di teorie diversificate fra loro, oggi si pensa che alla base della DD ci siano varie cause neuroevolutive.

Dato che, secondo alcuni, l'attività anormale delle vie visive è una causa principale della DD (Lawton, 2016; Peters, et al., 2019; Vidyasagar, 2019; Vidyasagar & Pammer, 2010), sono state condotte delle ricerche che hanno dimostrato che allenare l'attenzione visiva può migliorare le capacità di lettura dei bambini dislessici, in particolare producendo risultati sulla velocità e sull'accuratezza (Facoetti et al., 2003; Franceschini et al., 2013;

Lorusso et al., 2006; Peters et al., 2019). Date le potenzialità degli AVG come palestra per l'attenzione visuo-spaziale, alcuni studiosi si sono concentrati sul loro utilizzo per la stimolazione di tale facoltà cognitiva nei bambini con DD. (Franceschini et al., 2012; Franceschini et al., 2013; Franceschini et al., 2019; Gori et al., 2016; Cancer et al., 2020; Marsicano et al., 2021; Peters et al., 2021). Franceschini e colleghi (2013) hanno proposto l'idea di un programma riabilitativo con AVG per i bambini con DD. Alla base di ciò vi è un esperimento svolto con un gruppo di bambini con DD, i quali hanno partecipato a 9 sessioni di gioco per un totale di 12 ore complessive. I risultati riportano miglioramenti nel controllo dell'attenzione top-down e tempi di lettura ridotti nel gruppo di bambini che aveva giocato con AVG rispetto al gruppo di bambini che avevano giocato con un non-AVG.

2.4 Limiti e possibili effetti avversi degli AVG

Sebbene ci siano numerosi studi a sostegno degli effetti positivi degli AVG, gli studiosi si sono interrogati anche sulle possibili conseguenze negative che le stesse attività potrebbero portare (Granic et al., 2014; Greitemeyer & Mügge, 2014; Jones et al., 2014). Bavelier e colleghi (2011) sostengono con fermezza che gli AVG portino benefici ma che, potenzialmente, potrebbero portare a problematiche ed effetti disadattivi sul cervello e sul comportamento. Chiaramente non esiste un effetto deterministico, ma, piuttosto, si dovrebbe considerare che i bambini con fattori di rischio possono avere più probabilità di subire conseguenze negative in caso di utilizzo scorretto dell'AVG. Gli stessi studiosi spiegano come il gioco possa avere questa doppia influenza sull'attenzione. Se da un lato gli AVG migliorano notevolmente le capacità di filtrare i distrattori visivi in modo rapido ed efficace, dall'altro riducono la durata della soglia di attenzione del soggetto mentre questo è esposto ad un flusso lento di informazioni (Bavelier et al., 2011).

In aggiunta, si è riflettuto anche sul tema della dipendenza dai giochi. Alcuni studi, infatti, hanno evidenziato la possibilità di sviluppare comportamenti sociali atipici e un maggior comportamento aggressivo, tendente alla solitudine e alla depressione. Approfondimenti più recenti hanno confermato un aumento di possibilità di sviluppare malattie psichiatriche come disturbo depressivo maggiore, disturbo bipolare, disturbo da deficit dell'attenzione e disturbi ansiosi (Ferguson, & Rueda, 2010).

Un altro argomento particolarmente discusso riguarda quello degli AVG a tema violento come lotte e sparatorie. Gli studiosi hanno concluso che essi potrebbero influire negativamente sul comportamento del bambino aumentando la probabilità che vengano messe in atto condotte aggressive (Anderson et al., 2010; Greitemeyer & Mügge, 2014; Prescott et al., 2018). Ci sono, tuttavia, opinioni contrastanti a riguardo che non permettono di avere una risposta univoca e inequivocabile (Ferguson, 2015; Furuya-Kanamori & Doi, 2016; Sherry, 2007). Anderson e colleghi hanno svolto una metanalisi basandosi su 130 ricerche che hanno coinvolto in totale centotrentamila partecipanti e hanno concluso che gli effetti negativi degli AVG sul comportamento violento sono riscontrabili statisticamente in studi sperimentali, trasversali e longitudinali. Le critiche mosse agli studi di Anderson si basano principalmente su quattro aspetti: le ricerche a sostegno del legame fanno un uso troppo vago del termine “aggressività”, non ci sono sufficienti controlli statistici per determinare un risultato inequivocabile, è presente un effetto di bias di conferma nella pubblicazione delle ricerche, infine, anche nel caso in cui esistesse una correlazione causale fra AVG ed eccessiva veemenza questa sarebbe comunque molto debole (Elson & Ferguson, 2014; Ferguson, 2007; 2009; Ferguson & Kilburn, 2009).

Nonostante queste controversie, Halbrook e colleghi (2019) sostengono che si debba adottare una posizione intermedia. Secondo loro, infatti, esistono innumerevoli variabili che possono intervenire sulla relazione fra gli AVG e il comportamento irruento dei bambini. Per esempio, uno studio longitudinale ha evidenziato che gli AVG non aumentano i livelli di aggressività dei giovani con lo scorrere del tempo. Questa ricerca ha oltretutto evidenziato che, piuttosto, bisognerebbe tenere in considerazione fattori di rischio del bambino come il livello di depressione, l’esposizione alla violenza familiare e le influenze dei pari (Ferguson et al., 2012)

III. MANIPOLAZIONE DELL'ATTENZIONE VISUO-SPAZIALE TRAMITE IL GIOCO: UNO STUDIO EMPIRICO

Diversi studi longitudinali hanno dimostrato che i bambini frequentanti il terzo anno di scuola dell'infanzia possono già mostrare difficoltà nei meccanismi dell'attenzione visuo-spaziale. Ciò potrebbe rappresentare un indizio di un possibile sviluppo di disturbo specifico dell'apprendimento nei primi anni della scuola primaria (Franceschini et al., 2012; Gori et al., 2016; Bertoni et al., 2019). Allo scopo di rilevare tali difficoltà e promuovere un potenziamento delle facoltà cognitive coinvolte, gli studiosi si sono concentrati sull'utilizzo degli AVG che sembrano portare benefici a lungo termine sulle abilità di lettura (Bertoni et al., 2021; Franceschini & Bertoni, 2019; Franceschini et al., 2013; Franceschini et al., 2017). Come hanno dimostrato Franceschini e colleghi (2022), il gioco genera uno stato di attivazione che potrebbe impattare sulle funzioni cognitive fra cui abilità attentive, fonologiche, di cognizione numerica, motorie e sociali.

Il presente studio si è focalizzato sull'attenzione visuo-spaziale che consente di concentrarsi su una regione dello spazio e permette la ricerca dello stimolo nel campo visivo. L'obiettivo della ricerca svolta è stato quello di valutare gli effetti a breve termine di due tipologie di gioco (un AVG ed un gioco da tavolo) verificando le competenze cognitive e sociali e ponendo il fuoco, in particolare, sull'attenzione spaziale. L'ipotesi di partenza è stata che il gioco producesse uno stato di attivazione in grado di portare ad un miglioramento delle prestazioni e delle capacità attentive. Inoltre, ci si è proposti anche di valutare il ruolo del divertimento e delle emozioni sulle funzioni cognitive coinvolte nei futuri apprendimenti scolastici.

3.1 Partecipanti

Lo studio ha coinvolto un campione di 45 bambini di cui 19 femmine e 26 maschi frequentanti il terzo anno di scuola dell'infanzia ($M=5,41$ anni; $DS=0,36$ anni). I bambini, madrelingua italiana, non hanno riportato diagnosi di disturbo neuropsicologico di alcun tipo.

L'adesione alla ricerca è stata su base volontaria a seguito della firma del consenso informato da parte dei genitori dei bambini partecipanti. Nel documento firmato sono

state esplicitate le modalità e gli obiettivi della ricerca. Il progetto proposto è stato redatto in conformità con le Norme di Buona Pratica Clinica dell'Unione Europea.

I risultati ottenuti dai sub-test (Disegno di cubi e Vocabolario) della WIPPSI-3 (Wechsler et al., 2019) sono serviti per l'analisi descrittiva del gruppo sperimentale. Punteggi inferiori alla norma avrebbero comportato l'esclusione dallo studio; tuttavia, in base a quanto è emerso dall'analisi, è stato possibile coinvolgere tutto il campione senza escludere partecipanti poiché i valori sono risultati nella norma sia nel Disegno di cubi (M=10.62, DS= 3.73) che nel Vocabolario (M=13.84, DS= 5,01; si veda la Tabella 2).

	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Deviazione Standard</i>
<i>Età</i>	45	5.41	.36
<i>Disegno di cubi</i>	45	10.62	3.73
<i>Vocabolario</i>	45	13.84	5.01
<i>Validi</i>	45		

Tabella 2. Sono riportati il campione, la media e la deviazione standard dell'età e dei punteggi ottenuti nel sub test del Disegno di Cubi e nel Vocabolario.

3.2 Materiali e Metodo

I dati sono stati raccolti durante tre diverse condizioni sperimentali durante le quali è avvenuta la raccolta dei risultati di tutti i bambini. Per ogni partecipante sono stati organizzati tre incontri dalla durata di circa 60 minuti distribuiti ad una settimana di distanza l'uno dall'altro; pertanto, ogni bambino è stato coinvolto un'ora alla settimana per tre settimane. Le prove sono state somministrate in due scuole dell'infanzia in aule silenziose e ben illuminate.

Per condurre la ricerca sono state utilizzate una batteria neuropsicologica e due giochi (AVG e NAVG).

Batteria neuropsicologica:

- Due sub-test della quarta edizione della batteria Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence (WIPPSI-IV) (Wechsler, Saggino, Vio, & Stella, 2019) per valutare il funzionamento cognitivo generale.

Il subtest “disegno dei cubi” (Kohs, 1920) ha permesso di valutare il ragionamento visuo-percettivo del bambino. Al bambino sono state presentate 15 composizioni geometriche di crescente difficoltà che il soggetto avrebbe dovuto ricostruire nel minor tempo possibile, ciò utilizzando dei cubi di legno con le pareti colorate. Per ogni figura è stato misurato il tempo impiegato e un punteggio di 0 per ogni item errato o 2 in caso venisse data la risposta esatta; dopo tre item con punteggio 0 la prova veniva interrotta. I dati sono poi stati convertiti in punteggi Z in base all'età dei partecipanti.

Nella prova del Vocabolario al soggetto è stato richiesto di fornire definizioni di parole. Questo test ha consentito la misurazione delle conoscenze lessicali e della formazione dei concetti verbali. Il punteggio ha considerato un range compreso tra 0 a 2 punti, assegnati in base alla correttezza e completezza della risposta. Dopo tre vocaboli definiti in modo errato e quindi con punteggio 0 la prova veniva interrotta. I punteggi grezzi sono stati standardizzati e utilizzati per le analisi successive.

- Una prova di ricerca visiva che ha permesso di valutare l'attenzione visuo-spaziale. Il compito è composto da una serie di cinque fogli all'interno dei quali avrebbe dovuto individuare il bersaglio discriminandolo dai distrattori (Figura 2). Il primo foglio di baseline è stato privato dei distrattori ed è servito per permettere al bambino di familiarizzare con il bersaglio e con il compito. Questa prima parte ha consentito di valutare sia la componente attentiva che quella motoria e di stimare, quindi, il tempo necessario per il solo barrage per stimare il funzionamento dei meccanismi più automatici del SN. In seguito, sono stati somministrati due fogli di ricerca visiva caratterizzati da due diversi display-size: uno grande (5 bersagli e 34 distrattori) e l'altro più piccolo (5 bersagli e 22 distrattori). L'ordine della somministrazione è stato determinato tramite una randomizzazione. Il quarto foglio di re-test è stato uguale al secondo ed è servito

a valutare la memoria implicita e procedurale dei bambini coinvolti. La dimensione, quindi, è stata quella di grande o di piccolo a seconda della randomizzazione. I bersagli sono stati distribuiti sempre nello stesso ordine nel foglio: due nell'emicampo destro, due in quello sinistro e un al centro. Infine, il quinto foglio è consistito in un compito di memoria esplicita: la consegna data al bambino è stata quella di segnare gli animali visti nei fogli precedenti (anche quelli che prima erano distrattori) in mezzo agli altri animali, alcuni dei quali completamente nuovi. È stato misurato per ogni foglio il tempo impiegato dal bambino nella ricerca del bersaglio, il numero di bersagli individuati corretti e il numero di items errati.

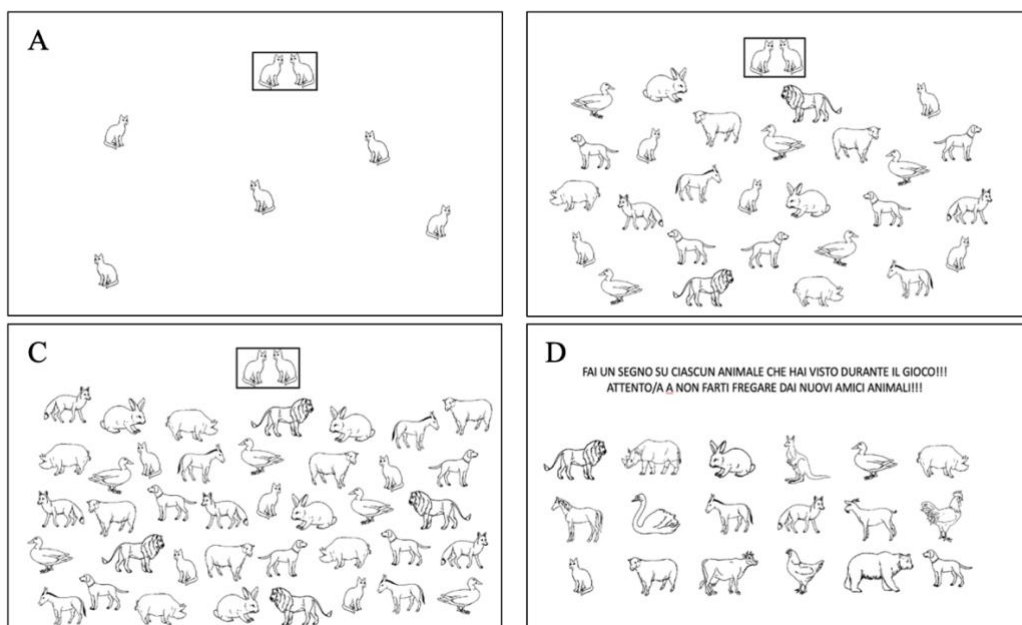


Figura 3. Rappresentazione del compito di ricerca visiva utilizzato nella condizione della baseline. Il pannello A rappresenta il primo foglio di barrage, il B il display-size piccolo, il C il display-size grande e nel D viene riportato il foglio che valuta la memorizzazione e la familiarizzazione con gli stimoli target e distrattori.

Nel post AVG e nel post-NAVG è stato usato lo stesso strumento ma i bersagli sono stati i cani o le oche a seconda della randomizzazione.

Giochi:

- “Mario Kart 8 Deluxe” (AVG): i bambini hanno giocato su un dispositivo Nintendo Switch per un tempo di 30 minuti senza interruzione. Il gioco è stato scelto perché è caratterizzato da elementi che si muovono ad alta velocità nell’ambiente virtuale. Il gioco coinvolge le facoltà attentive, di coordinazione

oculomotoria e di elaborazione visiva proprie degli AVG. Il bambino ha guidato un'automobile con un personaggio, scelto a piacere, tramite i comandi della console percorrendo un percorso durante il quale era messo in difficoltà dai diversi ostacoli che apparivano improvvisamente sul tracciato. L'obiettivo è stato quello di raccogliere il maggior numero di monete lungo il circuito e concludere la corsa nel minor tempo e nella posizione migliore possibile. Durante la sessione di gioco sono state registrate le posizioni in graduatoria a fine di ogni corsa e il numero di monete che il bambino riusciva a raccogliere.

- “Tangram” (NAVG): un gioco da tavolo cinese che consiste nel comporre delle immagini prestabilite utilizzando delle forme geometriche apposite. Questo strumento ha permesso di allenare le abilità visuo-spaziali del bambino (Renavitasari & Supianto, 2018). Le forme sono diventate sempre più complesse avanzando di livello e per ogni scheda è stato segnato il tempo impiegato e se la figura era costruita nel modo corretto. La sessione di gioco è durata 30 minuti per ogni bambino senza interruzione.

Per entrambi i giochi i bambini hanno ricevuto le istruzioni prima di iniziare e hanno avuto modo di familiarizzare con i dispositivi. A seguito delle sessioni è stato somministrato un questionario per misurare le emozioni subito dopo il gioco. Lo strumento di misurazione si è basato su una scala Likert a nove punti e ha consentito di misurare quanto il bambino avesse trovato il gioco difficile e divertente e quanto si sentisse agitato, allegro ed energico dopo aver giocato.

La rilevazione dei dati è avvenuta in tre momenti distribuiti nel seguente ordine cronologico: baseline o T1 durante la quale il bambino ha svolto le due prove della WIPPSI-4 (Wechsler et al., 2019) e il compito di ricerca visiva con bersaglio “gatti”; T2 e T3, che hanno compreso una sessione di gioco di 30 minuti con AVG o NAVG seguita dal questionario sulle emozioni post gioco e la prova di ricerca visiva con bersaglio “cane” o “oca”. Il bambino ha giocato una sola volta per entrambi i giochi a seconda della randomizzazione; nello stesso modo sono stati assegnati le ricerche visive con i cani o oche in T2 o T3.

Lo studio è stato condotto in singolo-cieco: la sperimentatrice che ha giocato con il bambino non è stata la stessa che ha valutato gli effetti cognitivi del gioco. In questo modo i ricercatori non sono stati influenzati nella somministrazione delle prove e non hanno influenzato a loro volta i soggetti sperimentali.

I dati sono stati successivamente elaborati tramite l'analisi della varianza (ANOVA).

3.3 Risultati

Per analizzare gli effetti a breve termine del gioco sull'attenzione visuo-spaziale, sono stati studiati gli esiti delle prove di ricerca visiva e del questionario sulle emozioni tramite ANOVA.

3.3.1 Questionario sulle emozioni post gioco

Le ANOVA condotte sui questionari delle emozioni esperite durante il gioco non hanno evidenziato differenze significative nell'agitazione percepita dai partecipanti dopo la sessione con AVG ($M = 4.22$, $DS = 3.09$) e dopo la sessione con il NAVG ($M = 4.13$, $DS = 3.18$) ($F_{(1,44)} = .04$, $p = .834$), così come nell'allegria percepita ($F_{(1,44)} = 2.05$, $p = .159$) (rispettivamente $M = 7.07$, $DS = 1.86$; $M = 6.42$, $DS = 2.53$) e nell'energia percepita dai bambini ($F_{(1,44)} = 1.12$, $p = .296$) dopo i momenti di gioco (rispettivamente $M = 6.11$, $DS = 2.61$; $M = 6.55$, $DS = 2.62$).

Non sono emerse differenze significative neanche per quanto concerne il grado di difficoltà percepito ($F_{(1,44)} = 1.46$, $p = .233$) durante il gioco con l'AVG ($M = 3.93$, $DS = 3.00$) e con il NAVG ($M = 4.62$, $DS = 2.81$).

L'analisi, invece, ha evidenziato una differenza significativa nel grado di divertimento esperito dai bambini durante i due giochi ($F_{(1,44)} = 4.22$, $p = .046$). In particolare, l'esperienza con l'AVG ($M = 8.18$, $DS = 1.64$) è stata giudicata come più divertente rispetto a quella con il NAVG ($M = 7.40$, $DS = 2.04$) (si veda la Figura 4).

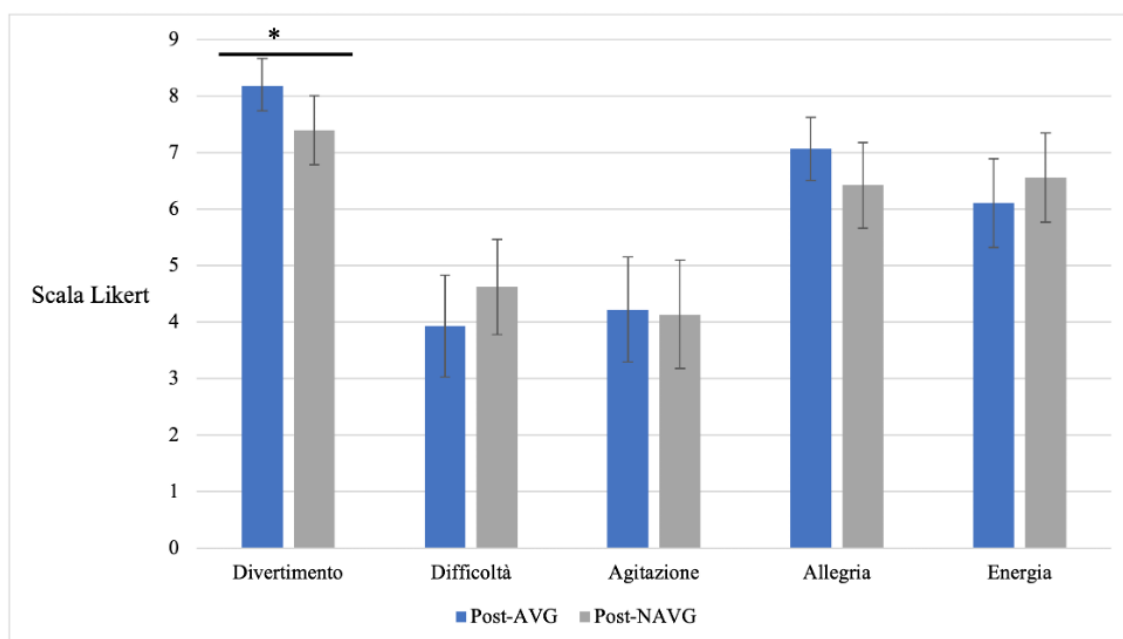


Figura 4. Rappresentazione grafica dei livelli medi delle emozioni esperite dai bambini a seguito delle sessioni di gioco con l’AVG e il NAVG. Le barre di errore rappresentano l’errore standard.

3.3.2 Effetti del gioco sull’attenzione visuo-spaziale

Gli effetti del gioco sulle abilità attentive visuo-spaziali sono stati indagati attraverso un’ANOVA con disegno 3×2, quindi sono state considerate le tre condizioni sperimentali (baseline, post-AVG e post-NAV) e i due display-size del compito di ricerca visiva (grande e piccolo). Le prestazioni ottenute dai bambini al compito di ricerca visiva sono state valutate attraverso un indice di inefficienza che ha considerato il tempo impiegato per l’esecuzione della prova e l’accuratezza nello svolgere il compito (tempo in secondi/accuratezza in frequenza).

L’analisi ha evidenziato un effetto principale legato al tempo di somministrazione della prova ($F_{(1,44)} = 14.63, p < .001$), ma anche un effetto principale legato alla dimensione del display-size ($F_{(1,44)} = 40.98, p < .001$).

In fine, è emerso un effetto significativo legato all’interazione fra le variabili indipendenti considerate ($F_{(1,44)} = 5.32, p = .026$). Nel dettaglio, dall’analisi dei dati raccolti nello svolgimento del display-size grande della ricerca visiva, la prova più complessa per quantità di distrattori, è emerso un aumento dei livelli medi di inefficienza nella condizione post-AVG ($M = 42.70, DS = 21.86$) e nel post-NAV ($M = 45.50, DS = 19.71$), rispetto a quanto misurato nella baseline ($M = 32.66, DS = 14.35$) (si veda la Figura 5).

In particolare, è risultato significativo il confronto tra la condizione di baseline e la condizione post-AVG ($p = .002$), così come fra la baseline e la condizione post-NAVIG ($p < .001$). Non è significativo, invece, il confronto tra i livelli di inefficienza misurati a seguito dei due tipi diversi di gioco ($p = .48$). Dopo aver giocato, quindi, i bambini sembrano avere più difficoltà nell'individuare gli stimoli target quando questi erano presenti insieme a molti distrattori.

Non è emerso un effetto analogo nel display-size con meno distrattori. I partecipanti hanno mostrato simili livelli di inefficienza nella condizione di baseline ($M = 28.56$, $DS = 15.27$) e nelle condizioni post-AVG ($M = 33.68$, $DS = 18.19$) e post-NAVIG ($M = 33.49$, $DS = 18.48$). Non è risultato statisticamente significativo il confronto fra la baseline e la condizione post AVG ($p = .074$), fra la baseline e la condizione post NAVIG ($p = .070$) e neanche fra la condizione post-AVG e quella post-NAVIG nella dimensione piccolo ($p = .944$). Ciò significa che le sessioni di gioco non hanno prodotto effetti significativi sulle prestazioni dei bambini quando questi hanno svolto il compito di ricerca visiva nella condizione più semplice.

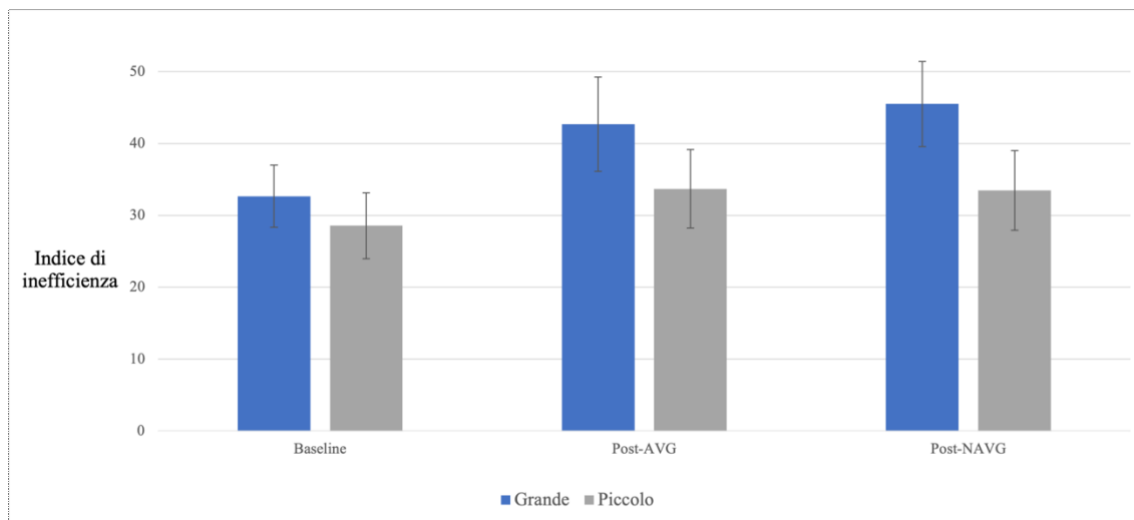


Figura 5. Rappresentazione grafica dei livelli medi di inefficienza nelle dimensioni grande e piccolo del display del compito di ricerca visiva. Le barre di errore rappresentano l'errore standard.

3.3.3 Effetti del gioco sulla componente motoria del compito di ricerca visiva

È stata svolta un'ANOVA a una via sui risultati del primo foglio del compito, ossia quello in cui il bambino ha dovuto barrare i bersagli (presentati senza distrattori) durante le tre condizioni sperimentali (baseline, post-AVG e post-NAVIG).

I dati evidenziano un effetto statisticamente significativo legato al tempo di somministrazione della prova ($F_{(2,43)} = 4.47, p=.017$). Nel dettaglio, i partecipanti hanno ridotto significativamente il tempo impiegato per il *barrage* dei bersagli a seguito delle due esperienze di gioco (post-AVG: $M=14.74, DS= 11.00$ e post NAVIG: $M=14.86, DS= 8.90$) rispetto a quanto fatto in baseline ($M= 20.91, DS=14.69$). In particolare, si è rivelata significativa la differenza fra la baseline e le due condizioni post gioco (rispettivamente $p=.009$ e $p=.006$), ma non il confronto diretto fra i due giochi ($p = .939$) (si veda Figura 6).

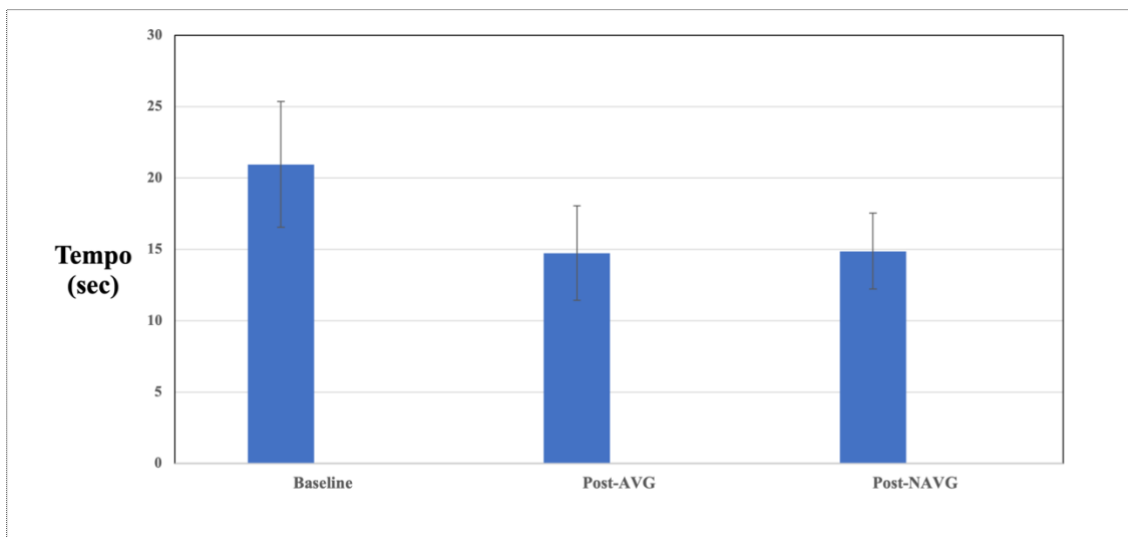


Figura 6. Rappresentazione grafica della media dei tempi di risposta nel compito di barrage della ricerca visiva nelle tre condizioni sperimentali. Le barre di errore rappresentano l'errore standard.

3.4 Discussione e conclusioni

Le ipotesi che hanno posto le fondamenta della ricerca in questione sono state le seguenti. La prima è stata che, in seguito ad una sessione di gioco divertente di trenta minuti, nel bambino si potesse osservare un incremento delle capacità visuo-attentive, misurate con un compito di ricerca visiva complessa. La seconda, invece, ha preso spunto da studi condotti precedentemente (Bavelier & Green, 2019; Dye et al., 2009; Green & Bavelier, 2003; Lavie et al., 2004) sostenenti il fatto che gli AVG possiedano particolari caratteristiche in grado di stimolare la componente dell'attenzione qui esaminata. Per approfondire maggiormente la questione si è pensato di paragonare gli effetti degli AVG a quelli di un tradizionale NAVG aspettandosi un effetto maggiore a seguito della sessione con l'AVG.

Dall'analisi dei risultati della ricerca visiva è emerso che, a seguito delle sessioni di gioco, i partecipanti abbiano avuto maggiore difficoltà nella ricerca del bersaglio quando erano presenti molti distrattori (display-size grande). Diversamente, non sono emerse differenze statisticamente significative dal confronto fra le prestazioni mostrate prima di giocare e dopo le sessioni con AVG e NAVG nella condizione del compito in cui i bersagli erano presentati insieme ad un piccolo numero di distrattori (display-size piccolo). Al contrario, per quanto riguarda il compito di barrage, privo di distrattori, è stata rilevata una significativa riduzione dei tempi nella segnalazione dei bersagli dopo il momento ludico con entrambe le tipologie di gioco.

Per comprendere a pieno il significato di tali risultati è necessario andare ad approfondire le finalità delle diverse componenti del compito di ricerca visiva, le strategie utilizzate per svolgerlo e le funzioni neurocognitive che sono state implicate.

Per eseguire il compito della ricerca visiva il bambino ha costruito un set attentivo visuo-spaziale sulla base della consegna precedentemente data, ossia l'individuazione del bersaglio a seconda delle sue caratteristiche. Il primo foglio, ossia il compito di barrage, non prevedeva distrattori; pertanto, i bersagli erano facilmente individuabili. In questo caso è stato creato un set attentivo allargato e meno preciso. Questa prima parte non ha richiesto un particolare impegno cognitivo, ma, piuttosto, ha messo alla prova la componente motoria, poiché i bambini hanno dovuto segnare la figura interessata nel

minor tempo possibile. Dato che l'individuazione del bersaglio è avvenuta in modo automatico e non ha richiesto particolare sforzo mentale, si può affermare che la strategia utilizzata per il compito di barrage è stata di tipo automatico e bottom-up (Connor et al., 2004).

Nei fogli di ricerca piccolo e grande, invece, la consegna data è stata di individuare i bersagli fra un numero di distrattori che è variato a seconda del display-size: 22 per il piccolo e 34 per il grande. In questo caso è stata impiegata una strategia di tipo top-down, definita endogena e volontaria (Connor et al., 2004). Il compito ha richiesto un cospicuo sforzo cognitivo poiché i distrattori erano spesso simili per forma e dimensione; per esempio, il bersaglio "gatto" poteva essere confuso con il cane o con la volpe. Per questi motivi il bambino ha avuto la necessità di costruire un set attentivo ristretto per una ricerca meticolosa. Tutti questi aspetti sono stati accentuati nella versione grande del display-size, poiché non solo ha presentato distrattori simili al bersaglio, ma è incrementato anche il loro numero.

Il confronto fra i dati raccolti nella condizione di baseline e quelli rilevati nel post gioco è servito per valutare l'effetto del momento ludico sull'attenzione visuo-spaziale. Giocare ha fatto sì che i giovani partecipanti sperimentassero uno stato di stress acuto che, a sua volta, ha sostituito l'omeostasi preesistente con uno stato di attivazione cognitiva e fisiologica (Dye, et al., 2009; Granic et al., 2014; Franceschini et al., 2022; Fredrickson, 2001; 2004; 2013; Green e Bavelier 2003, 2007; Lillard, et al., 2013; Sharma et al., 2006; Snodgrass, et al., 2016). Basandosi sulla letteratura, si può ipotizzare che lo stress, provocato dal gioco, abbia inibito l'attività del CEN, gestita dai centri volontari prefrontali e responsabile del controllo volontario dell'attenzione (Bunge et al., 2001; Connor et al., 2004; Fox et al., 2006; Miller & Cohen, 2001; Vincent, et al., 2008). Il CEN permette una strategia di elaborazione delle informazioni di tipo top-down (Connor et al., 2004; Corbetta & Shulman, 2002), centrale nel compito di ricerca visiva utilizzato nel presente studio. Il parziale spegnimento di questo circuito è evidente nei risultati emersi: dopo aver giocato i bambini hanno avuto maggiore difficoltà nel guidare l'attenzione visuo-spaziale durante la ricerca del bersaglio quando c'erano molti distrattori.

Basandosi sul modello bifasico-reciproco di riallocazione delle risorse di Hermans e colleghi (2014), si potrebbe ipotizzare che il momento di stress acuto, rappresentato dal

momento di gioco, abbia spostato le risorse energetiche verso i centri automatici e di controllo sensori-motorio del SN, a sfavore del CEN. Ne consegue che la stimolazione dei centri limbici avrebbe implementato una strategia di tipo bottom-up, connotata da un'elaborazione automatica ed esogena delle informazioni percettive (Seeley, 2019; Corbetta e Shulman, 2002). Si ipotizza che tale attivazione stia alla base dei risultati emersi dall'analisi dei fogli di barrage. I tempi di individuazione del bersaglio, infatti, sono diminuiti significativamente dopo aver giocato, poiché i movimenti sono stati svolti con più rapidità e in modo automatico ed impulsivo (Ashby et al., 2010; Hermans et al., 2014; Packard & Goodman, 2012; Packard, 2009; Schwabe & Wolf, 2009). L'analisi di questa parte della prova, tra l'altro, è servita per dimostrare che il peggioramento dell'efficienza, osservato nella condizione difficile della ricerca visiva a seguito delle esperienze di gioco, non è dovuto ad una decadenza nell'atto motorio, misurata nello specifico con il compito di barrage. Al contrario, infatti, si è verificato un miglioramento nella componente in questione dimostrata dalla significativa riduzione dei tempi nell'esecuzione del primo foglio.

Sulla base di queste considerazioni si è concluso che la prima ipotesi di ricerca, che prevedeva un miglioramento dell'attenzione visuo-spaziale a seguito del gioco, non è stata soddisfatta poiché si è assistito ad un peggioramento delle performance. Tuttavia, lo studio di Hermans e colleghi (2014) propone un interessante spunto di riflessione. Secondo gli autori il rapporto fra CEN e SN è inverso e asimmetrico, ma anche flessibile e adattivo. A seguito dello stress acuto, infatti, le risorse vengono riallocate per ripristinare lo stato di equilibrio (Barsegyan et al., 2010; Zhou et al., 2018). In questo modo viene inibito il SN, mentre la riattivazione del CEN favorisce il potenziamento delle funzioni cognitive e l'aumento della flessibilità e dell'adeguamento degli obiettivi a lungo termine (Hermans et al., 2014). Numerosi studi in letteratura hanno dimostrato che l'integrazione dei due network nurocognitivi viene favorita dal gioco con AVG. In particolare, la tipologia di giochi in questione è connessa ad un aumento di plasticità neuronale che porta miglioramenti a lungo termine nelle capacità attentive e di memoria (Bavelier et al., 2012; Bavelier & Green, 2019; Cocchi et al., 2013; Dye et al., 2009; Elton & Gao, 2014; Qiu et al., 2018). Ciò accade perché gli AVG, in quanto fonte di stress acuto positivo, permettono un rilascio di neurotrasmettitori che giocano un ruolo fondamentale

nei sistemi di ricompensa, nell'apprendimento e nella gestione delle capacità attentive (Kiili et al., 2015; Kilgard, & Merzenich, 1998).

La seconda ipotesi, invece, è stata soddisfatta solo in parte, poiché l'esperienza con l'AVG è stata effettivamente giudicata più divertente rispetto a quella con il NAVG; tuttavia, non sono emersi altri effetti diversificati. I bambini non si sono sentiti agitati, energici o allegri in modo diverso e non hanno percepito un gioco più difficile dell'altro.

Come sostenuto da Franceschini e colleghi (2022), quindi, il gioco è un'esperienza unica nel suo genere, poiché crea uno stato di eustress caratterizzato da emozioni positive e divertimento. L'attivazione psicofisiologica sperimentata nel momento ludico, infatti, permette un potenziamento della plasticità cerebrale che promuove i processi di apprendimento (Bavelier & Green, 2019; Bavelier et al., 2012; Cocchi et al., 2013; Dye et al., 2009; Elton & Gao, 2014; Franceschini et al., 2022; Green e Bavelier 2003, 2007; Kili et al., 2015; Kilgard, & Merzenich, 1998; Lillard et al., 2017; Qiu et al., 2018; Sharma et al., 2006). Ne deriva, quindi, che il gioco rappresenta una preziosa risorsa di potenziamento neuropsicologico applicabile in molteplici ambiti, da quello educativo a quello riabilitativo, e in diverse popolazioni, sane e cliniche.

Riferimenti bibliografici

- Allport, D. A. (1971). Parallel encoding within and between elementary stimulus dimensions. *Perception & Psychophysics*, *10*, 104-108.
- Allport, D. A. (1980). Attention and performance. *Cognitive psychology: New directions*, *1*, 12-153.
- Anderson, C. A., Shibuya, A., Ihori, N., Swing, E. L., Bushman, B. J., Sakamoto, A., Rothstein, H. R. & Saleem, M. (2010). Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in eastern and western countries: a meta-analytic review. *Psychological bulletin*, *136*(2), 151.
- Appelbaum, L. G., Cain, M. S., Darling, E. F., & Mitroff, S. R. (2013). Action video game playing is associated with improved visual sensitivity, but not alterations in visual sensory memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *75*(6), 1161-1167.
- Arnsten, A. F. (1998). The biology of being frazzled. *Science*, *280*(5370), 1711-1712.
- Arnsten, A. F. (1999). Through the looking glass: differential noradrenergic modulation of prefrontal cortical function. *Neural plasticity*, *7*(1-2), 133-146.
- Ashby, F. G., Turner, B. O., & Horvitz, J. C. (2010). Cortical and basal ganglia contributions to habit learning and automaticity. *Trends in cognitive sciences*, *14*(5), 208-215.
- Aston-Jones, G., & Cohen, J. D. (2005). Adaptive gain and the role of the locus coeruleus–norepinephrine system in optimal performance. *Journal of Comparative Neurology*, *493*(1), 99-110.
- Baas, M., De Dreu, C. K., & Nijstad, B. A. (2008). A meta-analysis of 25 years of mood-creativity research: Hedonic tone, activation, or regulatory focus?. *Psychological bulletin*, *134*(6), 779.
- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception & psychophysics*, *55*(5), 485-496.
- Bargmann, C. I. (2012). Beyond the connectome: how neuromodulators shape neural circuits. *Bioessays*, *34*(6), 458-465.
- Barsegyan, A., Mackenzie, S. M., Kurose, B. D., McGaugh, J. L., & Roozendaal, B. (2010). Glucocorticoids in the prefrontal cortex enhance memory consolidation and impair working memory by a common neural mechanism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(38), 16655-16660.
- Bavelier, D., & Green, C. S. (2019). Enhancing attentional control: lessons from action video games. *Neuron*, *104*(1), 147-163.
- Bavelier, D., Achtman, R. L., Mani, M., & Föcker, J. (2012). Neural bases of selective attention in action video game players. *Vision research*, *61*, 132-143.
- Bavelier, D., Green, C. S., Han, D. H., Renshaw, P. F., Merzenich, M. M., & Gentile, D. A. (2011). Brains on video games. *Nature reviews neuroscience*, *12*(12), 763-768.
- Bediou, B., Adams, D. M., Mayer, R. E., Tipton, E., Green, C. S., & Bavelier, D. (2018). Meta-analysis of action video game impact on perceptual, attentional, and cognitive skills. *Psychological bulletin*, *144*(1), 77.

- Bertoni, S., Franceschini, S., Puccio, G., Mancarella, M., Gori, S., & Facoetti, A. (2021). Action video games enhance attentional control and phonological decoding in children with developmental dyslexia. *Brain Sciences*, *11*(2), 171.
- Bertoni, S., Franceschini, S., Ronconi, L., Gori, S., & Facoetti, A. (2019). Is excessive visual crowding causally linked to developmental dyslexia? *Neuropsychologia*, *130*, 107-117.
- Blacker, K. J., & Curby, K. M. (2013). Enhanced visual short-term memory in action video game players. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *75*(6), 1128-1136.
- Blacker, K. J., Curby, K. M., Klobusicky, E., & Chein, J. M. (2014). Effects of action video game training on visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *40*(5), 1992.
- Broadbent, D. E. (1952). Listening to one of two synchronous messages. *Journal of experimental psychology*, *44*(1), 51.
- Broadbent, D. E. (1958) Perception and communication. Pergamon Press.
- Bunge, S. A., Ochsner, K. N., Desmond, J. E., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. (2001). Prefrontal regions involved in keeping information in and out of mind. *Brain*, *124*(10), 2074-2086.
- Cancer, A., Bonacina, S., Antonietti, A., Salandi, A., Molteni, M., & Lorusso, M. L. (2020). The effectiveness of interventions for developmental dyslexia: Rhythmic reading training compared with hemisphere-specific stimulation and action video games. *Frontiers in Psychology*, *11*, 1158
- Castel, A. D., Pratt, J., & Drummond, E. (2005). The effects of action video game experience on the time course of inhibition of return and the efficiency of visual search. *Acta psychologica*, *119*(2), 217-230.
- Cave, K. R., & Wolfe, J. M. (1990). Modeling the role of parallel processing in visual search. *Cognitive psychology*, *22*(2), 225-271.
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *The Journal of the acoustical society of America*, *25*(5), 975-979.
- Chisholm, J. D., Hickey, C., Theeuwes, J., & Kingstone, A. (2010). Reduced attentional capture in action video game players. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*(3), 667-671.
- Clapp, W. C., Rubens, M. T., Sabharwal, J., & Gazzaley, A. (2011). Deficit in switching between functional brain networks underlies the impact of multitasking on working memory in older adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(17), 7212-7217.
- Cocchi, L., Zalesky, A., Fornito, A., & Mattingley, J. B. (2013). Dynamic cooperation and competition between brain systems during cognitive control. *Trends in Cognitive Sciences*, *17*(10), 493-501.
- Colzato, L. S., van den Wildenberg, W. P., Zmigrod, S., & Hommel, B. (2013). Action video gaming and cognitive control: playing first person shooter games is associated with improvement in working memory but not action inhibition. *Psychological Research*, *77*(2), 234-239.

- Connor, C. E., Egeth, H. E., & Yantis, S. (2004). Visual attention: bottom-up versus top-down. *Current biology*, 14(19), R850-R852.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201-215.
- Corbetta, M., Patel, G., & Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: from environment to theory of mind. *Neuron*, 58(3), 306-324.
- Cousijn, H., Rijpkema, M., Qin, S., Van Marle, H. J., Franke, B., Hermans, E. J., ... & Fernández, G. (2010). Acute stress modulates genotype effects on amygdala processing in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(21), 9867-9872.
- Cowley, B., Charles, D., Black, M., & Hickey, R. (2008). Toward an understanding of flow in video games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 6(2), 1-27.
- De Kloet, E. R., Joëls, M., & Holsboer, F. (2005). Stress and the brain: from adaptation to disease. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(6), 463-475.
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological review*, 70(1), 80.
- Dickerson, S. S., & Kemeny, M. E. (2002). Acute stressors and cortisol reactivity: a meta-analytic review. In *Psychosomatic Medicine*, 64, (1), 105-105.
- Droste, S. K., de Groote, L., Atkinson, H. C., Lightman, S. L., Reul, J. M., & Linthorst, A. C. (2008). Corticosterone levels in the brain show a distinct ultradian rhythm but a delayed response to forced swim stress. *Endocrinology*, 149(7), 3244-3253.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113(4), 501.
- Duncan, J. (1985). Visual search and visual attention. *Attention and Performance XI*, 85, 105.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96(3), 433.
- Dye, M. W., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009). The development of attention skills in action video game players. *Neuropsychologia*, 47(8-9), 1780-1789.
- Edwards, J. R., & Cooper, C. L. (1988). The impacts of positive psychological states on physical health: A review and theoretical framework. *Social science & medicine*, 27(12), 1447-1459.
- Egeth, H. E., & Yantis, S. (1997). Visual attention: Control, representation, and time course. *Annual Review of Psychology*, 48(1), 269-297.
- Elson, M., & Ferguson, C. J. (2014). Twenty-five years of research on violence in digital games and aggression: empirical evidence, perspectives, and a debate gone astray. *European Psychologist*, 19(1), 33.
- Elton, A., & Gao, W. (2014). Divergent task-dependent functional connectivity of executive control and salience networks. *Cortex*, 51, 56-66.

- Eriksen, C. W., & Hoffman, J. E. (1974). Selective attention: Noise suppression or signal enhancement? *Bulletin of the Psychonomic Society*, 4(6), 587-589.
- Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Umiltà, C., & Mascetti, G. G. (2003). The role of visuospatial attention in developmental dyslexia: Evidence from a rehabilitation study. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 15(2), 154–164.
- Fawcett, A., & Nicolson, R. (2004). Dyslexia: the role of the cerebellum. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 2(2), 35-57.
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological science*, 18(10), 850-855.
- Ferguson, C. J. (2007). Evidence for publication bias in video game violence effects literature: A meta-analytic review. *Aggression and Violent behavior*, 12(4), 470-482.
- Ferguson, C. J. (2009). Research on the effects of violent video games: A critical analysis. *Social and Personality Psychology Compass*, 3(3), 351-364.
- Ferguson, C. J. (2015). Do angry birds make for angry children? A meta-analysis of video game influences on children's and adolescents' aggression, mental health, prosocial behavior, and academic performance. *Perspectives on Psychological Science*, 10(5), 646-666.
- Ferguson, C. J., & Rueda, S. M. (2010). The Hitman study: Violent video game exposure effects on aggressive behavior, hostile feelings, and depression. *European Psychologist*, 15(2), 99.
- Ferguson, C. J., San Miguel, C., Garza, A., & Jerabeck, J. M. (2012). A longitudinal test of video game violence influences on dating and aggression: A 3-year longitudinal study of adolescents. *Journal of Psychiatric Research*, 46(2), 141-146.
- Fleming, T. M., Bavin, L., Stasiak, K., Hermansson-Webb, E., Merry, S. N., Cheek, C., & Lucassen, M., Lau, H. M., Polmuller, B., Hetrick, S. (2017). Serious games and gamification for mental health: current status and promising directions. *Frontiers in Psychiatry*, 7, 215.
- Fleming, T., Dixon, R., Frampton, C., & Merry, S. (2012). A pragmatic randomized controlled trial of computerized CBT (SPARX) for symptoms of depression among adolescents excluded from mainstream education. *Behavioural and cognitive psychotherapy*, 40(5), 529-541.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 18(4), 1030.
- Fox, M. D., Corbetta, M., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., & Raichle, M. E. (2006). Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attention systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(26), 10046-10051.

- Franceschini, S., & Bertoni, S. (2019). Improving action video games abilities increases the phonological decoding speed and phonological short-term memory in children with developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, *130*, 100-106.
- Franceschini, S., Bertoni, S., Giancesini, T., Gori, S., & Facoetti, A. (2017). A different vision of dyslexia: Local precedence on global perception. *Scientific Reports*, *7*(1), 1-10.
- Franceschini, S., Bertoni, S., Lulli, M., Pievani, T., & Facoetti, A. (2022). Short-term effects of video-games on cognitive enhancement: The role of positive emotions. *Journal of Cognitive Enhancement*, *6*(1), 29-46.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., Facoetti, A. (2012). A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. *Current Biology*, *22* (9), 814-819.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action video games make dyslexic children read better. *Current Biology*, *23*(6), 462-466.
- Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, *56*(3), 218–226.
- Fredrickson, B. L. (2004). The broaden–and–build theory of positive emotions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *359*(1449), 1367–1377.
- Fredrickson, B. L. (2013). Positive emotions broaden and build. In P. Devine & A. Plant (Eds.), *Advances in experimental social psychology* (1-53). Academic Press.
- Fredrickson, B. L., & Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition and Emotion*, *19*(3), 313–332.
- Furuya-Kanamori, L., & Doi, S. A. (2016). Angry birds, angry children, and angry meta-analysts: A reanalysis. *Perspectives on Psychological Science*, *11*(3), 408-414.
- Ginsburg, K. R., Committee on Communications, & Committee on Psychosocial Aspects of Child and Family Health. (2007). The importance of play in promoting healthy child development and maintaining strong parent-child bonds. *Pediatrics*, *119*(1), 182-191.
- Gong, D., He, H., Ma, W., Liu, D., Huang, M., Dong, L., Li, J., Luo, C., & Yao, D. (2016). Functional integration between salience and central executive networks: a role for action video game experience. *Neural plasticity*, 2016.
- Gori, S., Seitz, A. R., Ronconi, L., Franceschini, S., & Facoetti, A. (2016). Multiple causal links between magnocellular–dorsal pathway deficit and developmental dyslexia. *Cerebral Cortex*, *26*(11), 4356-4369.
- Goulden, N., Khusnulina, A., Davis, N. J., Bracewell, R. M., Bokde, A. L., McNulty, J. P., & Mullins, P. G. (2014). The salience network is responsible for switching between the default mode network and the central executive network: replication from DCM. *Neuroimage*, *99*, 180-190.

- Graham, K. L., & Burghardt, G. M. (2010). Current perspectives on the biological study of play: signs of progress. *The Quarterly Review of Biology*, 85(4), 393-418.
- Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. (2014). The benefits of playing video games. *American Psychologist*, 69(1), 66-78.
- Gray, P. (2009). Play as a foundation for hunter-gatherer social existence. *American Journal of play*, 1(4), 476-522.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534-537.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2007). Action-video-game experience alters the spatial resolution of vision. *Psychological science*, 18(1), 88-94.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2015). Action video game training for cognitive enhancement. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 103-108.
- Greitemeyer, T., & Mügge, D. O. (2014). Video games do affect social outcomes: A meta-analytic review of the effects of violent and prosocial video game play. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 40, 578-589.
- Habermas, T., & Bluck, S. (2000). Getting a life: the emergence of the life story in adolescence. *Psychological bulletin*, 126(5), 748.
- Halbrook, Y. J., O'Donnell, A. T., & Msetfi, R. M. (2019). When and how video games can be good: A review of the positive effects of video games on well-being. *Perspectives on Psychological Science*, 14(6), 1096-1104.
- Hermans, E. J., Henckens, M. J., Joëls, M., & Fernández, G. (2014). Dynamic adaptation of large-scale brain networks in response to acute stressors. *Trends in neurosciences*, 37(6), 304-314.
- Hermans, E.J., Van Marle, H.J.F., Ossewaarde, L., Henckens, J.A.G., Qin, S., Van Kesteren, M.T.R., Schoots, V.C., Cousijn, H., Rijpkema, M., Oostenveld, R., & Fernández, G. (2011). Stress-Related Noradrenergic Activity Prompts Large-Scale Neural Network Reconfiguration. *Science*. 334. 1151-1153.
- Herodotou, C., Kambouri, M., & Winters, N. (2014). Dispelling the myth of the socio-emotionally dissatisfied gamer. *Computers in human behavior*, 32, 23-31.
- Hoffman, J. E., & Nelson, B. (1981). Spatial selectivity in visual search. *Perception & Psychophysics*, 30(3), 283-290.
- Holland, J. C., Andersen, B., Breitbart, W. S., Buchmann, L. O., Compas, B., Deshields, T. L., Dudley M. M., Fleishman, S., Fulcher, D., Greenberg MD, Greiner, B. C., Handzo, G., Hoofring, L., Hoover, C., Jacobsen P., Kvale, E., Levy, M., J. Loscalzo M., et al., (2013). Distress management. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*, 11(2), 190-209.

- Hubert-Wallander, B., Green, C. S., & Bavelier, D. (2010). Stretching the limits of visual attention: the case of action video games. *Wiley interdisciplinary reviews: cognitive science*, 2(2), 222-230.
- Irons, J. L., Remington, R. W., & McLean, J. P. (2011). Not so fast: Rethinking the effects of action video games on attentional capacity. *Australian Journal of Psychology*, 63(4), 224-231.
- Jin, Y., & Li, J. (2017). When newbies and veterans play together: The effect of video game content, context and experience on cooperation. *Computers in Human Behavior*, 68, 556-563.
- Joëls, M., & Baram, T. Z. (2009). The neuro-symphony of stress. *Nature reviews neuroscience*, 10(6), 459-466.
- Jones, C. M., Scholes, L., Johnson, D., Katsikitis, M., & Carras, M. C. (2014). Gaming well: Links between videogames and flourishing mental health. *Frontiers in Psychology*, 5 (260), 1-8.
- Jones, E. G., Burton, H., Saper, C. B., & Swanson, L. W. (1976). Midbrain, diencephalic and cortical relationships of the basal nucleus of Meynert and associated structures in primates. *Journal of Comparative Neurology*, 167(4), 385-419.
- Jonides, J., & Irwin, D. E. (1981). Capturing attention.
- Jonides, J., & Yantis, S. (1988). Uniqueness of abrupt visual onset in capturing attention. *Perception & psychophysics*, 43(4), 346-354.
- Kahneman, D., & Henik, A. (1981). Perceptual organization and attention In Kubovy, M. & Pomerantz, JR (Eds.), *Perceptual organization*.
- Kennedy, A. M., Boyle, E. M., Traynor, O., Walsh, T., & Hill, A. D. K. (2011). Video gaming enhances psychomotor skills but not visuospatial and perceptual abilities in surgical trainees. *Journal of surgical education*, 68(5), 414-420.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), 13-24.
- Kilgard, M. P., & Merzenich, M. M. (1998). Cortical map reorganization enabled by nucleus basalis activity. *Science*, 279(5357), 1714-1718.
- King, M. G., Burrows, G. D., & Stanley, G. V. (1983). Measurement of stress and arousal: Validation of the stress/arousal adjective checklist. *British journal of psychology*, 74(4), 473-479.
- Klasen, M., Weber, R., Kircher, T. T., Mathiak, K. A., & Mathiak, K. (2012). Neural contributions to flow experience during video game playing. *Social cognitive and affective neuroscience*, 7(4), 485-495.
- Koch, C., & Ullman, S. (1985). Shifts in selective visual attention: towards the underlying neural circuitry. *Human Neurobiology*, 4(4), 219-227.
- Kohs, S. C. (1920). The Block-Design Tests. *Journal of Experimental Psychology*, 3(5), 357-376.
- Kozhevnikov, M., Li, Y., Wong, S., Obana, T., & Amihai, I. (2018). Do enhanced states exist? Boosting cognitive capacities through an action videogame. *Cognition*, 173, 93-105.

- Langenberg, D. N., Cottero, G., Ehri, L., Ferguson, G., Garza, N., Kamil, M., ... & Yatvin, J. (2000). Report of the National Reading Panel: Teaching children to read. *Washington, DC: US Department of Health and Human Services.*
- Lau, H. M., Smit, J. H., Fleming, T. M., & Riper, H. (2017). Serious games for mental health: are they accessible, feasible, and effective? A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in psychiatry, 7*, 209.
- Lavie, N., Hirst, A., De Fockert, J. W., & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of experimental psychology: General, 133*(3), 339.
- Lawton, T. (2016). Improving dorsal stream function in dyslexics by training figure/ground motion discrimination improves attention, reading fluency, and working memory. *Frontiers in human neuroscience, 10*, 397.
- Le Fevre, M., Matheny, J. and Kolt, G.S. (2003), "Eustress, distress, and interpretation in occupational stress", *Journal of Managerial Psychology, 18*(7), 726-744.
- Li, M. C., & Tsai, C. C. (2013). Game-based learning in science education: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology, 22*(6), 877-898.
- Li, R., Polat, U., Makous, W., & Bavelier, D. (2009). Enhancing the contrast sensitivity function through action video game training. *Nature neuroscience, 12*(5), 549-551
- Li, X., & Atkins, M. S. (2004). Early childhood computer experience and cognitive and motor development. *Pediatrics, 113*(6), 1715-1722.
- Lillard, A. S., Heise, M. J., Richey, E. M., Tong, X., Hart, A., & Bray, P. M. (2017). Montessori preschool elevates and equalizes child outcomes: A longitudinal study. *Frontiers in Psychology, 8*, 1783.
- Livingstone, M. S., Rosen, G. D., Drislane, F. W., & Galaburda, A. M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 88*(18), 7943-7947.
- Lorusso, M. L., Facoetti, A., Paganoni, P., Pezzani, M., & Molteni, M. (2006). Effects of visual hemisphere-specific stimulation versus reading-focused training in dyslexic children. *Neuropsychological Rehabilitation, 16*(2), 194–212.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychological bulletin, 109*(2), 163.
- Marsicano, G., Bertoni, S., Franceschini, S., Puccio, G., Gori, S., Ronconi, L., & Facoetti, A. (2021). Action video-games improves reading and global perception in children with dyslexia: An electroencephalographic study. In *PERCEPTION, 50*, (1),130-130.
- Mason, J. W. (1972). A re-evaluation of the concept of ‘non-specificity’ in stress theory. *Principles, Practices, and Positions in Neuropsychiatric Research, 323-333.*

- McEwen, B. S., & Gianaros, P. J. (2011). Stress-and allostatics-induced brain plasticity. *Annual review of medicine*, 62, 431.
- Melby-Lervåg, M., Lyster, S. A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: a meta-analytic review. *Psychological bulletin*, 138(2), 322.
- Menon, V. (2011). Large-scale brain networks and psychopathology: a unifying triple network model. *Trends in cognitive sciences*, 15(10), 483-506.
- Merry, S. N., Stasiak, K., Shepherd, M., Frampton, C., Fleming, T., & Lucassen, M. F. (2012). The effectiveness of SPARX, a computerised self help intervention for adolescents seeking help for depression: randomised controlled non-inferiority trial. *Bmj*, 344.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 167-202.
- Mishra, J., Zinni, M., Bavelier, D., & Hillyard, S. A. (2011). Neural basis of superior performance of action videogame players in an attention-demanding task. *Journal of neuroscience*, 31(3), 992-998.
- Müller, H. J., & Krummenacher, J. (2006). Visual search and selective attention. *Visual Cognition*, 14(4-8), 389-410.
- Müller, H. J., & Rabbitt, P. M. (1989). Spatial cueing and the relation between the accuracy of “where” and “what” decisions in visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41(4), 747-773.
- Neisser, L. (1967). *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Nijhof, S.L., Vinkers, C.H., Geelen, S.M., Duijff, S.N., Achterberg, E.J., Net, J.V., Veltkamp, R.C., Grootenhuis, M.A., Putte, E.M., Hillegers, M.H., Brug, A.W., Wierenga, C.J., Benders, M.J., Engels, R.C., Ent, C.K., Vanderschuren, L.J., & Lesscher, H.M. (2018). Healthy play, better coping: The importance of play for the development of children in health and disease. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 95, 421-429.
- Oei, N. Y., Veer, I. M., Wolf, O. T., Spinhoven, P., Rombouts, S. A., & Elzinga, B. M. (2012). Stress shifts brain activation towards ventral ‘affective’ areas during emotional distraction. *Social cognitive and affective neuroscience*, 7(4), 403-412.
- Packard, M. G. (2009). Anxiety, cognition, and habit: a multiple memory systems perspective. *Brain research*, 1293, 121-128.
- Packard, M. G., & Goodman, J. (2012). Emotional arousal and multiple memory systems in the mammalian brain. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 6, 14.
- Pellis, S., & Pellis, V. (2013). *The playful brain: venturing to the limits of neuroscience*. Simon and Schuster.
- Peters, J. L., Crewther, S. G., Murphy, M. J., & Bavin, E. L. (2021). Action video game training improves text reading accuracy, rate and comprehension in children with dyslexia: a randomized controlled trial. *Scientific reports*, 11(1), 1-11.

- Peters, J. L., De Losa, L., Bavin, E. L., & Crewther, S. G. (2019). Efficacy of dynamic visuo-attentional interventions for reading in dyslexic and neurotypical children: A systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 100, 58–76
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 73–89.
- Phillips, J. (2003). Psychopathology and the narrative self. *Philosophy, Psychiatry, & Psychology*, 10(4), 313-328.
- Piaget, J. (2013). *Play, dreams and imitation in childhood*. Routledge.
- Poppelaars, M., Tak, Y. R., Lichtwarck-Aschoff, A., Engels, R. C., Lobel, A., Merry, S. N., Lucassen, M., & Granic, I. (2016). A randomized controlled trial comparing two cognitive-behavioral programs for adolescent girls with subclinical depression: A school-based program (Op Volle Kracht) and a computerized program (SPARX). *Behaviour research and therapy*, 80, 33-42.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of Attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3–25.
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of experimental psychology: General*, 109(2), 160.
- Prescott, A. T., Sargent, J. D., & Hull, J. G. (2018). Metaanalysis of the relationship between violent video game play and physical aggression over time. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(40), 9882-9888.
- Preston, J., & Edwards, M. L. (2010). Phonological awareness and types of sound errors in preschoolers with speech sound disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(1), 44–60.
- Procci, K., Singer, A. R., Levy, K. R., & Bowers, C. (2012). Measuring the flow experience of gamers: An evaluation of the DFS-2. *Computers in Human Behavior*, 28(6), 2306-2312.
- Proyer, R. T., Tandler, N., & Brauer, K. (2019). Playfulness and creativity: A selective review. *Creativity and humor*, 43-60.
- Qin, S., Hermans, E. J., Van Marle, H. J., Luo, J., & Fernández, G. (2009). Acute psychological stress reduces working memory-related activity in the dorsolateral prefrontal cortex. *Biological psychiatry*, 66(1), 25-32.
- Qiu, N., Ma, W., Fan, X., Zhang, Y., Li, Y., Yan, Y., Zhou, Z., Li, F., Gong, D., & Yao, D. (2018). Rapid improvement in visual selective attention related to action video gaming experience. *Frontiers in human neuroscience*, 47.
- Ramus, F. (2004). Neurobiology of dyslexia: a reinterpretation of the data. *TRENDS in Neurosciences*, 27(12), 720-726.
- Renavitasari, I. R. D., & Supianto, A. A. (2018). Educational game for training spatial ability using tangram puzzle. In *2018 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET)*, 174-179

- Rensink, R. A. (2000). When good observers go bad: Change blindness, inattention blindness, and visual experience. *Psyche: an interdisciplinary journal of research on consciousness*, 6(9).
- Rice, P. L. (1999). *Stress and health*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing.
- Roosendaal, B., McEwen, B. S., & Chattarji, S. (2009). Stress, memory and the amygdala. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 423-433.
- Sanders, A.F. (1970). Some aspects of the selective process in the functional field of view. *Ergonomics*, 13, 101-117
- Sara, S. J., & Bouret, S. (2012). Orienting and reorienting: the locus coeruleus mediates cognition through arousal. *Neuron*, 76(1), 130-141.
- Schubert, T., Finke, K., Redel, P., Kluckow, S., Müller, H., & Strobach, T. (2015). Video game experience and its influence on visual attention parameters: an investigation using the framework of the Theory of Visual Attention (TVA). *Acta psychologica*, 157, 200-214.
- Schuurmans, A. A., Nijhof, K. S., Vermaes, I. P., Engels, R. C., & Granic, I. (2015). A pilot study evaluating “Dojo,” a videogame intervention for youths with externalizing and anxiety problems. *Games for health journal*, 4(5), 401-408.
- Schwabe, L., & Wolf, O. T. (2009). Stress prompts habit behavior in humans. *Journal of Neuroscience*, 29(22), 7191-7198.
- Seeley, W. W., Menon, V., Schatzberg, A. F., Keller, J., Glover, G. H., Kenna, H., ... & Greicius, M. D. (2007). Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control. *Journal of Neuroscience*, 27(9), 2349-2356.
- Sekuler, R., & Ball, K. (1986). Visual localization: Age and practice. *JOSA A*, 3(6), 864-867.
- Selye, H. (1987). *Stress without Distress*, Transworld, Londra.
- Selye, H. (1957). *Stress*. Ed. Scientifiche Einaudi.
- Shapiro, K. L. (1994). The attentional blink: The brain's “eyeblink”. *Current Directions in Psychological Science*, 3(3), 86-89.
- Sharma, R., Khera, S., Mohan, A., Gupta, N., Ray, R.B. (2006). Assessment of computer game as a psychological stressor. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*. 50 (4). 367-374.
- Shaw, R., Grayson, A., & Lewis, V. (2005). Inhibition, ADHD, and computer games: The inhibitory performance of children with ADHD on computerized tasks and games. *Journal of attention disorders*, 8(4), 160-168.
- Sherry, J. L. (2004). Flow and media enjoyment. *Communication theory*, 14(4), 328-347.
- Sherry, J. L. (2007). Violent video games and aggression: Why can't we find effects. *Mass media effects research: Advances through meta-analysis*, 12, 245-262.
- Siang, A. C., & Rao, R. K. (2003, December). *Theories of learning: A computer game perspective*. Presented at the IEEE. International Symposium on Multimedia Software Engineering, Taiwan, IL.

- Sil, S., Dahlquist, L. M., Thompson, C., Hahn, A., Herbert, L., Wohlheiter, K., & Horn, S. (2014). The effects of coping style on virtual reality enhanced videogame distraction in children undergoing cold pressor pain. *Journal of behavioral medicine*, 37(1), 156-165.
- Singh, K. D., & Fawcett, I. P. (2008). Transient and linearly graded deactivation of the human default-mode network by a visual detection task. *Neuroimage*, 41(1), 100-112.
- Skosnik, P. D., Chatterton Jr., R. T., Swisher, T., & Park, S. (2000). Modulation of attentional inhibition by norepinephrine and cortisol after psychological stress. *International Journal of Psychophysiology*, 36(1), 59-68.
- Slusarek, M., Velling, S., Bunk, D., & Eggers, C. (2001). Motivational effects on inhibitory control in children with ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40(3), 355-363.
- Snodgrass, J. G., Lacy, M. G., Dengah, H. F., Batchelder, G., Eisenhower, S., & Thompson, R. S. (2016). Culture and the jitters: guild affiliation and online gaming eustress/distress. *Ethos*, 44(1), 50-78.
- Spence, I., Yu, J. J., Feng, J., & Marshman, J. (2009). Women match men when learning a spatial skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(4), 1097.
- Sridharan, D., Levitin, D. J., & Menon, V. (2008). A critical role for the right fronto-insular cortex in switching between central-executive and default-mode networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(34), 12569-12574.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.
- Tahiroglu, A. Y., Celik, G. G., Avci, A., Seydaoglu, G., Uzel, M., & Altunbas, H. (2010). Short-term effects of playing computer games on attention. *Journal of Attention Disorders*, 13(6), 668-676.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and language*, 9(2), 182-198.
- Todd, S., & Kramer, A. F. (1994). Attentional misguidance in visual search. *Perception & Psychophysics*, 56(2), 198-210.
- Treisman, A. M. (1964). Selective attention in man. *British medical bulletin*, 20(1), 12-16.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology*, 12(1), 97-136.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. *Psychological review*, 95(1), 15.
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: a diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114(3), 285.
- Treisman, A., Kahneman, D., & Burkell, J. (1983). Perceptual objects and the cost of filtering. *Perception & psychophysics*, 33(6), 527-532.

- Van Marle, H. J., Hermans, E. J., Qin, S., & Fernández, G. (2009). From specificity to sensitivity: how acute stress affects amygdala processing of biologically salient stimuli. *Biological psychiatry*, *66*(7), 649-655.
- Van Rooij, M., Lobel, A., Harris, O., Smit, N., & Granic, I. (2016, May). DEEP: A biofeedback virtual reality game for children at-risk for anxiety. In *Proceedings of the 2016 CHI conference extended abstracts on human factors in computing systems* (1989-1997).
- VandenBos, G. R. (2007). *APA dictionary of psychology*. American Psychological Association.
- Vanderschuren, L. J., & Trezza, V. (2013). What the laboratory rat has taught us about social play behavior: role in behavioral development and neural mechanisms. *The neurobiology of childhood*, 189-212.
- Vidyasagar, T. R. (2019). Visual attention and neural oscillations in reading and dyslexia: Are they possible targets for remediation? *Neuropsychologia*, *130*, 59–65.
- Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (2010). Dyslexia: a deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing. *Trends in Cognitive Sciences*, *14*(2), 57–63.
- Vincent, J. L., Kahn, I., Snyder, A. Z., Raichle, M. E., & Buckner, R. L. (2008). Evidence for a frontoparietal control system revealed by intrinsic functional connectivity. *Journal of neurophysiology*, *100*(6), 3328-3342.
- Warner, C. B., Juola, J. F., & Koshino, H. (1990). Voluntary allocation versus automatic capture of visual attention. *Perception & psychophysics*, *48*(3), 243-251.
- Watanabe, T., & Sasaki, Y. (2015). Perceptual learning: toward a comprehensive theory. *Annual review of psychology*, *66*, 197.
- Weber, R., Tamborini, R., Westcott-Baker, A., & Kantor, B. (2009). Theorizing flow and media enjoyment as cognitive synchronization of attentional and reward networks. *Communication Theory*, *19*(4), 397-422.
- Wechsler, Sagginio, A., Vio, C., & Stella, G. (2019). *WPPSI-4: Wechsler preschool and primary scale of intelligence: manuale di somministrazione e scoring* (4. ed). Giunti Psychometrics.
- West, G. L., Al-Aidroos, N., & Pratt, J. (2013). Action video game experience affects oculomotor performance. *Acta psychologica*, *142*(1), 38-42
- West, G. L., Stevens, S. A., Pun, C., & Pratt, J. (2008). Visuospatial experience modulates attentional capture: Evidence from action video game players. *Journal of vision*, *8*(16), 13-13.
- Wijnhoven, L. A., Creemers, D. H., Engels, R. C., & Granic, I. (2015). The effect of the video game Mindlight on anxiety symptoms in children with an Autism Spectrum Disorder. *BMC psychiatry*, *15*(1), 1-9.
- Winsky-Sommerer, R., Boutrel, B., & de Lecea, L. (2005). Stress and arousal. *Molecular neurobiology*, *32*(3), 285-294.

- Wolfe J.M. (1994). Guided search 2.0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 202-238.
- Wolfe, J. M., Cave, K. R., & Franzel, S. L. (1989). Guided search: an alternative to the feature integration model for visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 15(3), 419.
- Wu, S., & Spence, I. (2013). Playing shooter and driving videogames improves top-down guidance in visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75(4), 673-686.
- Yantis, S., (1993). Stimulus-driven attentional capture and attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 676-681.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 16(1), 121.
- Zhou, Y., Friston, K. J., Zeidman, P., Chen, J., Li, S., & Razi, A. (2018). The hierarchical organization of the default, dorsal attention and salience networks in adolescents and young adults. *Cerebral cortex*, 28(2), 726-737.