



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia generale

Corso di laurea in **Scienze Psicologiche Cognitive e Psicobiologiche**
Tesi di laurea triennale

Relazione tra impulsività e internet gaming disorder in adolescenza

*Relationship between impulsivity and internet gaming disorder
in adolescence*

Relatore:

Prof. Natale Canale

Dipartimento relatore:

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Laureando: Nicolò Magliozzi

Matricola: 2012376

Anno Accademico 2023-2024

INDICE

INTRODUZIONE	pag. 3
CAPITOLO 1	pag. 4
1.1 Internet Gaming Disorder	
<i>1.1.1 L'avvento dei Videogames</i>	
<i>1.1.2 Internet Gaming Disorder nel DSM-5</i>	pag. 5
<i>1.1.3 IGD nel ICD-11</i>	pag. 8
1.2 IGD in Adolescenza	pag. 9
1.3 L'impulsività	pag. 13
CAPITOLO 2	pag. 17
2.1 Associazione tra impulsività e IGD	
2.2 Studio 1: “Dysfunctional cognitive control and reward processing in adolescents with Internet gaming disorder”, Lie et al., 2020.	pag. 18
<i>2.2.1 Risultati</i>	pag. 22
2.3 Studio 2: “Impulsivity and response inhibition related brain networks in adolescents with internet gaming disorder: A preliminary study utilizing resting-state fMRI”, Chen et al., 2021.	pag. 24
<i>2.3.1 Risultati</i>	pag. 26
2.4 Studio 3: “Internet gaming disorder in adolescents is linked to delay discounting but not probability discounting”, Tian et al., 2018.	pag. 28
<i>2.4.1 Risultati</i>	pag. 31
CAPITOLO 3	pag. 33
3.1 Conclusioni	
BIBLIOGRAFIA	pag. 37

INTRODUZIONE

L'obiettivo del seguente elaborato è quello di descrivere la relazione che intercorre tra l'impulsività e l'internet gaming disorder (IGD) in adolescenza.

La scelta dell'argomento deriva dall'impatto sempre maggiore negli ultimi anni che l'uso dei videogames ha sulla popolazione. Ciò ha portato la comunità scientifica ad inserire nei manuali diagnostici solo nel 2013, nel DSM-5, e nel 2018, nell'ICD-11, un disturbo ad esso associato, sottolineando l'importanza di ulteriori indagini scientifiche a riguardo. L'impulsività è un tratto caratteristico in adolescenza ed è proprio tra i più giovani che vi è la prevalenza maggiore di IGD.

Nel primo capitolo porrò l'attenzione su i due fattori separatamente. Descriverò lo sviluppo dell'uso dei videogames e del loro impatto sugli adolescenti, la storia e le caratteristiche diagnostiche dell'IGD nel DSM-5 e nell'ICD-11 e tratterò il costrutto dell'impulsività nelle sue diverse dimensioni.

Nel secondo capitolo invece, dopo aver introdotto le prime dimostrazioni sulla relazione tra impulsività e IGD, descriverò tre studi all'interno dei quali è stata analizzata questa relazione. Nel primo studio sono indagati una serie di costrutti legati all'impulsività in adolescenti con IGD, quali: il controllo cognitivo, l'inibizione e l'attivazione comportamentale, l'impulsività attenzionale, motoria e non pianificata, la reattività alla ricompensa e alla novità, la sensibilità alla perdita e la propensione al rischio. Nel secondo studio invece, utilizzando la risonanza magnetica funzionale, si indagano i correlati neurali dell'impulsività e dell'inibizione negli adolescenti affetti da IGD. Nel terzo, attraverso alcuni compiti di delay discounting e probability discounting, si indagano due caratteristiche del processo decisionale impulsivo in un gruppo di adolescenti con IGD.

Nel terzo capitolo ho posto le conclusioni, dove sono presenti i limiti dei precedenti studi e alcuni interventi mirati al trattamento dell'impulsività che possono aiutare adolescenti affetti da IGD.

CAPITOLO 1

1.1 Internet Gaming Disorder

1.1.1 *L'avvento dei Videogames*

Dall'avvento dei videogiochi commerciali nei primi anni '70, i giochi digitali come attività del tempo libero sono diventati sempre più popolari. Stessa cosa possiamo dire dell'uso di internet, emerso, nella forma che conosciamo oggi, alla fine degli anni '80 e da allora sempre più utilizzato (Király et al., 2015), soprattutto tra i più giovani.

Dati statunitensi suggeriscono che i bambini tra gli 8 e i 10 anni sono impegnati 8 ore al giorno, e gli adolescenti più di 11 ore al giorno, con l'uso ricreativo di vari media elettronici (come telefoni cellulari, televisione e video, uso del computer, musica, social media). Ciò copre più tempo di quello che trascorrono a scuola o con gli amici (Rideout et al., 2010).

Per la maggior parte delle persone, i giochi digitali sono un'attività divertente e stimolante (De Freitas et al., 2007), alcuni possono addirittura essere associati a benefici cognitivi, sociali o fisici (Granic et al., 2014). D'altro canto, a causa delle loro caratteristiche psicologicamente gratificanti (Wallace, 2015), non c'è voluto molto prima che cominciasse ad apparire nella letteratura psicologica e medica segnalazioni di abuso di videogiochi e di Internet (Keepers et al., 1990; Young et al., 1996).

Persone con diversi fattori di rischio intra e interpersonali possono essere attratte dall'uso di giochi digitali come strategia per superare problemi individuali. Il gioco e la ricerca del piacere legato al gioco possono portare a trascurare le relazioni "normali", i doveri scolastici o lavorativi e persino i bisogni fisici di base. Il gioco online può quindi essere concettualizzato come un continuum che va dall'attività piacevole all'uso patologico (Kuss & Griffiths, 2012).

1.1.2 Internet Gaming Disorder nel DSM-5

Durante lo sviluppo del Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali, Quinta Edizione (DSM-5), pubblicato nel 2013, l'American Psychiatric Association ha convocato gruppi di lavoro per rivedere la letteratura scientifica riguardante la diagnosi e raccomandare cambiamenti, inclusa l'introduzione di nuovi disturbi.

Hanno incaricato il gruppo di lavoro sui disturbi da uso di sostanze di considerare le dipendenze comportamentali o non da sostanze.

Dopo aver esaminato i potenziali comportamenti di dipendenza non da sostanze, tra cui gioco d'azzardo, giochi su Internet, uso di Internet in generale, lavoro, shopping, sesso ed esercizio fisico, il gruppo di lavoro ha proposto di riallineare il disturbo da gioco d'azzardo con i disturbi da uso di sostanze a causa della loro sovrapposizione rispetto all'eziologia, alla biologia, comorbilità e trattamento (Petry et al., 2013). Delle restanti possibili dipendenze non da sostanze, il gruppo di lavoro ha votato per includere solo l'IGD nell'appendice della ricerca poiché, dopo aver esaminato 250 pubblicazioni correlate, ha concluso che fosse la condizione con la maggior evidenza di danni clinicamente significativi (Petry et al., 2015).

Il DSM-5 concettualizza quindi il "disturbo del gioco su Internet" (Internet Gaming Disorder, IGD) nella Sezione III "Condizioni per ulteriori studi" (p.795), suggerendo che questa proposta non è ancora destinata a uso clinico ma che la ricerca su questo argomento è incoraggiata.

L'IGD viene definito come "l'uso persistente e ricorrente di Internet per partecipare a giochi, spesso con altri giocatori, che porta a menomazione o disagio clinicamente significativi" (American Psychiatric Association, 2013; p=795). Una caratteristica essenziale è l'utilizzo persistente e ricorrente di videogiochi per 8-10 ore o più al giorno e almeno 30 ore alla settimana, tipicamente in giochi di gruppo attraverso Internet (Paulus et al., 2018). Tuttavia, il semplice fatto di giocare frequentemente non è sufficiente per una diagnosi; il "disturbo" deve causare un impatto significativo sulla vita dell'individuo, come specificato nel DSM-5. Infatti, è emerso che l'uso patologico dei videogiochi e la frequenza di gioco sono due concetti distinti, anche se correlati (Gentile et al., 2017).

I giochi online, tra tutte le attività disponibili su Internet, sembrano portare con sé un rischio maggiore di dipendenza (Rehbein et al., 2010; Van Rooij et al., 2010). Di conseguenza, la ricerca prevalente si concentra sui possibili effetti negativi di questo tipo di intrattenimento. I sintomi e le conseguenze dannose possono essere estremamente gravi ed in alcuni casi possono comportare perdita di interesse per altre attività importanti, compromissione della produttività lavorativa o accademica e provocare danni alle relazioni personali (Király et al., 2014).

Coloro che fanno un uso problematico dei videogiochi spesso perdono il controllo del loro comportamento, continuando a giocare nonostante riconoscano gli effetti negativi sulla propria vita. Quando non sono impegnati nel gioco, possono sperimentare sintomi simili all'astinenza, come irritabilità, ansia e tristezza, e tendono a riprendere l'attività con la stessa intensità dopo un periodo di astinenza. Nei casi più gravi, possono trascurare le necessità biologiche fondamentali, come il sonno, l'alimentazione e l'igiene personale, e sperimentare una serie di problemi di salute fisica, come mal di testa, stanchezza e disturbi muscolo-scheletrici (Király et al., 2015).

Nonostante il dibattito sul fatto che l'IGD sia una vera e propria dipendenza sia aperto, la maggior parte dei ricercatori e degli operatori sanitari sembra accogliere positivamente l'inclusione di questa condizione nel campo delle dipendenze comportamentali. Tuttavia, ci sono preoccupazioni riguardo a questa classificazione. Alcuni esperti temono che l'ampia definizione di dipendenza possa portare a una devalorizzazione del termine stesso, rendendolo troppo generico. Inoltre, c'è il timore che i modelli di trattamento basati sulla dipendenza possano minare l'autonomia dei pazienti, rendendo più difficile il processo di recupero (Király et al., 2015).

Poiché Internet è solo uno dei mezzi attraverso cui si accede a comportamenti problematici, è importante distinguere tra le varie fonti di queste attività. Anche se pochi studi hanno confrontato diversi tipi di attività online, sembra che i giochi online siano distinti da altre attività online e offline per quanto riguarda la loro prevalenza, le loro cause, le caratteristiche degli individui e i rischi associati (Petry et al., 2014). Il DSM-5 specifica che l'IGD si riferisce sia ai giochi online che a quelli offline, e che il termine "Internet" viene utilizzato per distinguerla dal disturbo da gioco d'azzardo, dato che i giochi online sono associati a un uso più frequente e a maggiori rischi (American

Psychiatric Association, 2013).

Anche se alcuni studi indicano un aumento significativo del rischio di compromissione clinica negli individui affetti da IGD (Petry & O'Brien, 2013), non vi sono ancora abbastanza dati per confermarla come un disturbo mentale definito. L'inserimento dell'IGD nel DSM-5 Sezione III mira a promuovere ulteriori ricerche per stabilire saldamente questa condizione come un disturbo mentale distinto nelle future revisioni del manuale (Petry et al., 2015).

L'inclusione dell'IGD come dipendenza comportamentale potrebbe generare una precoce accettazione dei criteri proposti come standard per identificare la condizione stessa (King & Delfabbro, 2014). Questo scenario potrebbe limitare lo sviluppo e la validazione di modelli alternativi per comprendere il disturbo, come la sindrome da carenza di ricompensa o l'uso compensativo di Internet. Inoltre, potrebbe ostacolare la valutazione critica di ciascun criterio proposto, che è l'obiettivo principale dell'inclusione dell'IGD tra le dipendenze comportamentali (Király et al., 2015).

Il DSM-5 propone nove criteri per l'IGD, che includono la preoccupazione per i giochi su Internet, sintomi di astinenza, tolleranza, tentativi infruttuosi di controllare il comportamento, perdita di interesse per altre attività, uso eccessivo nonostante le conseguenze negative, inganno riguardo alla quantità di gioco, utilizzo per sfuggire a stati d'animo negativi e compromissione di relazioni o opportunità a causa del gioco su Internet (American Psychiatric Association, 2013).

Il manuale suggerisce un limite conservativo, richiedendo almeno cinque criteri soddisfatti negli ultimi 12 mesi per la diagnosi. È probabile che questa soglia prevenga la sovradiagnosi poiché soglie più basse sarebbero più facili da raggiungere, ma il DSM-5 riconosce che i criteri specifici e la soglia raccomandata potrebbero non rappresentare accuratamente o al meglio l'IGD (Petry et al., 2014).

I criteri proposti derivano principalmente da un precedente rapporto che ha proposto criteri diagnostici per la dipendenza da Internet utilizzando campioni clinici in Cina (Tao et al., 2010), basandosi su esperienza clinica e studi precedenti (Beard et al., 2001; Young et al., 1998). Questi criteri del DSM-5 sono stati formulati in modo da essere simili ai criteri per l'uso di sostanze e per il disturbo da gioco d'azzardo (Petry et al.,

2014).

Sebbene sia ragionevole confrontare i criteri IGD con quelli di altre dipendenze per chiarire la natura del “disturbo”, alcuni ricercatori sottolineano che il gioco su Internet ha caratteristiche uniche che richiedono attenzione specifica. L’uso dei videogiochi è popolare tra i giovani d’oggi e alcuni sintomi dell’IGD considerati patologici in passato potrebbero essere considerati oggi normali, a causa dei cambiamenti nelle pratiche di intrattenimento e comunicazione (Király et al., 2015).

1.1.3 IGD nel ICD-11

Nel 2018, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha deciso di inserire il disturbo da gioco (gaming disorder, GD) nell’undicesima revisione dell’International Classification of Diseases (ICD-11), tra i "disturbi dovuti a comportamenti di dipendenza". Nell'ICD-11, il disturbo del gioco è descritto come un pattern persistente di comportamento legato al gioco (che può essere soprattutto online o offline), caratterizzato da: (1) controllo alterato (tentativi infruttuosi di limitare o diminuire il coinvolgimento nel gioco, eccessiva durata o intensità del gioco); (2) una crescente priorità attribuita al gioco, che porta a trascurare altri interessi e attività quotidiane; e (3) un persistente coinvolgimento nel gioco nonostante le conseguenze negative (relazionali, scolastiche, di salute etc.). Affinché la diagnosi sia soddisfatta, il modello disadattivo di gioco deve manifestarsi in modo continuo o episodico ricorrente per un periodo prolungato (generalmente 12 mesi), causando disagio psicologico o compromissione significativa nelle diverse aree di funzionamento personale, familiare, sociale, professionale e/o altre importanti sfere di vita. Questi criteri si focalizzano solo sui requisiti essenziali, per cui sono utilizzabili in diversi contesti sanitari; non includono l’astinenza e la tolleranza, ritenendoli non pertinenti nel contesto del gioco, pongono invece un'importante enfasi sulla compromissione funzionale al fine di distinguere tra coloro che soffrono di GD da chi è coinvolto in schemi di gioco intensi senza conseguenze negative (Billieux et al., 2021). ICD-11 affianca a questi criteri una serie di specifiche utili alla comprensione e al riconoscimento del disturbo, quali: possibili comportamenti aggressivi ed irritabilità una volta interrotto il comportamento di gioco, interruzioni significative nella dieta, nel sonno e nell'esercizio fisico,

l'aumento di durata, frequenza e complessità del gioco nel tempo per mantenere l'eccitazione o evitare la noia. Pone anche l'attenzione sul contributo delle dinamiche sociali nel mantenimento del disturbo nei casi in cui si utilizzino giochi online (multigiocatore) e sulle diverse comorbidità quali disturbi dovuti all'uso di sostanze, disturbi dell'umore, disturbi legati all'ansia o alla paura, disturbo da deficit di attenzione e iperattività, disturbo ossessivo-compulsivo e disturbi sonno-veglia. Inoltre si specifica che, in caso di sintomi e conseguenze gravi (sul funzionamento o sulla salute) può essere appropriato assegnare una diagnosi anche dopo un periodo più breve di 12 mesi.

Anche in seguito all'inclusione del GD nel ICD-11 alcuni studiosi hanno sollevato critiche e preoccupazioni riguardo ad esempio alla patologizzazione del comportamento di gioco e all'utilità della diagnosi (Aarseth et al., 2017; Van Rooij et al., 2018) o affermando che le prove scientifiche relative al disturbo fossero ancora insufficienti (Van Rooij et al., 2018).

Per rispondere alle varie preoccupazioni Jo et al. (2019) hanno valutato l'accuratezza diagnostica dei criteri IGD, hanno confrontato i criteri DSM-5 per IGD e i criteri ICD-11 per GD e dimostrato la compromissione funzionale, i comportamenti a rischio per la salute e le complicanze associate a IGD e GD. I risultati di questo studio mostrano che a parte i due criteri riguardanti l'inganno sulla quantità di gioco e l'utilizzo dello stesso per sfuggire alla realtà, gli altri criteri proposti nel DSM-5 presentavano un'elevata accuratezza diagnostica (tra l'84.7% e il 93.5%) nel differenziare individui con IGD dai giocatori regolari. Il 63.8% di questi soddisfaceva anche i criteri del GD. Entrambi i gruppi IGD e GD mostravano compromissioni funzionali e comportamenti non salutari, con complicanze come obesità e disturbi del sonno. Questi studiosi quindi supportano l'utilità dei criteri sia IGD che GD nell'identificare gli individui che necessitano di trattamento sia per i sintomi di dipendenza dal gioco che per le complicazioni derivanti dalla dipendenza (Jo et al., 2019).

1.2 IGD in Adolescenza

L'introduzione del primo gioco di ruolo online multigiocatore ha catalizzato un aumento significativo dell'interesse tra gli adolescenti per i giochi su Internet, attratti da elementi

quali la ricerca di competenza, l'autonomia e il relax (Griffiths, 2003; Ryan et al., 2006). Inizialmente, l'uso appropriato di tali giochi è stato identificato come un potenziale vantaggio per la crescita e lo sviluppo degli adolescenti, poiché alcuni studi hanno suggerito che l'interazione con i giochi online può migliorare le capacità cognitive enfatizzando l'elaborazione delle informazioni visive (Subrahmanyam et al., 2000). Tuttavia, con il crescere del tempo dedicato ai giochi su Internet da parte degli adolescenti, il fenomeno ha preso piede in modo preoccupante. Per alcuni di loro, l'attività ludica può trasformarsi in un comportamento disfunzionale, con conseguenti danni al funzionamento sociale, familiare, scolastico e psicologico (Gentile et al., 2011; Kuss, 2013). Questo fenomeno ha sollevato interrogativi riguardo gli effetti negativi potenziali dell'uso eccessivo di giochi su Internet sulla salute mentale e il benessere degli adolescenti (Zhu et al., 2015).

L'adolescenza rappresenta un periodo critico in cui si manifestano notevoli cambiamenti comportamentali e sociali, con implicazioni significative per la suscettibilità all'IGD. Un'analisi della letteratura ha evidenziato un'associazione costante tra un'età più giovane e un aumento del rischio di sviluppare IGD. Festl et al. (2013) hanno riportato che i giovani tedeschi sotto i 19 anni presentavano un tasso di prevalenza di IGD del 7,6%, in contrasto con il 3,7% tra coloro di età pari o superiore a 20 anni. Inoltre, Haagsma et al. (2012) hanno individuato una maggiore probabilità di IGD tra i giovani maschi. Mentzoni et al. (2011) hanno osservato che i maschi adolescenti presentavano tassi di IGD del 15,4% tra i 16-21 anni e del 9,7% tra i 22-27 anni, mentre nei restanti gruppi di età e sesso i tassi erano inferiori al 3%.

Gli autori di vari studi hanno applicato criteri simili a quelli proposti dal DSM-5 per valutare la prevalenza di IGD, riportando un ampio intervallo di stime. Uno studio condotto su giovani americani di età compresa tra 8 e 18 anni ha rivelato che l'8,5% dei giocatori soddisfaceva 6 criteri su 11 (Gentile, 2009), mentre uno studio su giovani australiani ha indicato che circa il 5% dei giocatori di videogiochi soddisfaceva 4 criteri su 9 (Thomas et al., 2010). Allo stesso modo, due recenti studi europei hanno applicato rigorosamente i criteri del DSM-5, riportando una prevalenza generale del 5,5% tra adolescenti dai 13 ai 20 anni (Lemmens et al., 2015; Rehbein et al., 2015).

Nello studio di Fam (2018) la prevalenza di IGD tra gli adolescenti è stata del 4,6%. Questo studio ha evidenziato una significativa differenza di genere, con i maschi adolescenti che presentano un tasso di prevalenza di IGD quattro volte superiore rispetto alle femmine adolescenti. Ciò è coerente con studi precedenti che hanno documentato una maggiore frequenza di comportamento IGD tra i maschi, caratterizzato da sessioni di gioco più prolungate e un'irresistibile compulsione al gioco (Fam, 2018).

Tuttavia, le differenze di prevalenza non si limitano solo al genere e all'età, ma evidenziano anche variazioni culturali significative. Le stime di prevalenza asiatiche sono risultate più elevate rispetto ad altre regioni, probabilmente influenzate dalla crescente domanda di giochi nei paesi asiatici e dall'emergere di sviluppatori di giochi di rilievo nella regione. Al contrario, stime di prevalenza relativamente inferiori sono state riportate in Australia ed Europa (Muller et al., 2015).

In conclusione, la ricerca attuale fornisce un'analisi dettagliata della prevalenza di IGD tra gli adolescenti, evidenziando una varietà di fattori influenzanti che includono età, genere e contesto culturale. Tuttavia, sono necessarie ulteriori ricerche per comprendere appieno l'impatto di tali differenze e per sviluppare interventi preventivi e terapeutici mirati (Fam, 2018).

La ricerca sull'Internet Gaming Disorder (IGD) negli adolescenti ha identificato diverse caratteristiche chiave associate a questo “disturbo”, tra cui convinzioni disadattive, sintomi psicopatologici e impatti negativi sulla vita quotidiana.

Un recente modello clinico (King et al., 2014) suggerisce che gli adolescenti affetti da IGD possono presentare un insieme di convinzioni disadattive che contribuiscono al loro coinvolgimento persistente e eccessivo nel gioco su Internet. Queste convinzioni includono:

1. Convinzioni sul valore e sulla tangibilità delle ricompense del gioco.
2. Regole disadattive e inflessibili sul comportamento di gioco.
3. Affidamento eccessivo al gioco per soddisfare i bisogni di autostima.
4. Utilizzo del gioco come metodo per acquisire socialità e accettazione.

Uno studio condotto su un campione di 824 adolescenti ha evidenziato che coloro con IGD presentavano convinzioni di gioco significativamente più disadattive rispetto ai loro coetanei senza IGD. Questa associazione è rimasta significativa anche dopo aver controllato altre variabili, sottolineando l'importanza di affrontare queste cognizioni nelle terapie rivolte al trattamento del disturbo (King & Delfabbro, 2016).

Gli adolescenti affetti da IGD mostrano un'ampia gamma di problemi psicopatologici e sociali. Rispetto ai loro coetanei, tendono ad avere sintomi maggiori di depressione, ansia, stress e comportamenti aggressivi. Inoltre, sono più inclini a manifestare comportamenti avversi alle regole, problemi di socializzazione e disturbi del pensiero. Questi sintomi sono indicativi di una significativa compromissione del benessere psicologico e sociale degli adolescenti affetti da IGD (Muller et al., 2015).

L'IGD può interferire significativamente con la vita quotidiana e lo svolgimento dei compiti scolastici degli adolescenti. Molti adolescenti con IGD rinunciano alle attività scolastiche e mostrano un calo nel rendimento accademico. Inoltre, i disturbi del sonno sono comuni tra questi giovani, il che può ulteriormente compromettere il loro funzionamento scolastico e quotidiano (Sugaya et al., 2019).

Diversi fattori di rischio e protezione sono stati identificati nel contesto dell'IGD nei minori. I bambini e gli adolescenti con una predisposizione a un minore controllo cognitivo, scarsa regolazione emotiva e bassa competenza sociale sembrano essere più suscettibili all'IGD. Al contrario, un ambiente familiare caldo, un buon rapporto genitore-figlio e un elevato livello di integrazione sociale possono agire come fattori protettivi contro lo sviluppo dell'IGD (Milani et al., 2018).

Inoltre, secondo la teoria del sistema duale dello sviluppo del cervello adolescenziale, vi sono dei meccanismi alla base dei cambiamenti non lineari del comportamento che si verificano in adolescenza, come uno squilibrio tra una ridotta capacità di controllo cognitivo e una maggiore ricerca di ricompensa (Somerville & Casey, 2010) che potrebbero essere collegati ad una maggiore vulnerabilità degli adolescenti per problematiche come quella dell'IGD (Li et al., 2020).

In conclusione, l'IGD rappresenta un grave problema di salute mentale tra gli adolescenti, con effetti significativi sulla loro salute psicologica, sociale e accademica.

È essenziale sviluppare approcci terapeutici mirati che affrontino le convinzioni disadattive, i sintomi psicopatologici, le interferenze nella vita quotidiana causate dall'IGD. Sono necessarie ulteriori ricerche per comprendere appieno i meccanismi sottostanti l'IGD affinché si possano sviluppare strategie preventive e terapeutiche efficaci. Inoltre, essendo noto che i minori sono particolarmente suscettibili all'uso problematico dei giochi su Internet a causa del loro controllo cognitivo immaturo durante questo periodo, la fisiopatologia dell'IGD nei bambini e negli adolescenti dovrebbe essere compresa da una prospettiva diversa da quella degli adulti (Sugaya et al., 2019).

1.3 L'impulsività

L'impulsività è un tratto multiforme e fondamentale in molti aspetti della cognizione e del comportamento umano (Stahl et al., 2014), motivo per cui spesso il costrutto di impulsività a cui si fa riferimento varia in base alla misura utilizzata nello studio e, reciprocamente, sono state sviluppate varie misure di impulsività al fine di valutarne determinati costrutti (Bevilacqua & Goldman, 2013). L'impulsività è direttamente menzionata in vari criteri diagnostici del DSM-5 e, quando caratterizzata dall'incapacità di resistere a una pulsione o a un impulso potenzialmente dannoso per sé o per gli altri (Stahl et al., 2014), è una caratteristica fondamentale di diversi disturbi psichiatrici come il disturbo da deficit di attenzione/ipertattività (ADHD; Logan et al. 1997), l'autismo (Christ et al., 2011), il disturbo borderline di personalità, il disturbo bipolare (Henry et al., 2001), la depressione (Joormann et al., 2007), il disturbo ossessivo-compulsivo (Enright & Beech, 1993), e l'abuso di sostanze (Crews & Boettiger, 2009), così come disturbi del controllo degli impulsi come la tricotillomania o il gioco d'azzardo patologico (Chamberlain & Sahakian, 2007). L'impulsività viene generalmente definita come la tendenza ad agire senza lungimiranza (Bevilacqua & Goldman, 2013) o con meno premeditazione rispetto alla maggior parte degli individui di pari abilità e conoscenza (Dickman, 1993) ma anche come una predisposizione dell'individuo a reagire rapidamente agli stimoli senza considerare il rischio di tali azioni (Niv et al., 2012). Nel tentativo di incorporare i diversi modelli, Moeller et al. (2001) propongono una definizione che includa i seguenti elementi: 1) una diminuita sensibilità alle

conseguenze negative del comportamento; 2) reazioni non pianificate e attuate prima della completa elaborazione delle informazioni; e 3) mancata considerazione delle conseguenze a lungo termine (Moeller et al., 2001).

Stahl et al., (2014) invece scompongono l'impulsività in cinque componenti comportamentali, quali: il controllo dell'interferenza dello stimolo e l'interferenza proattiva, che si riferiscono rispettivamente alla capacità di gestire le interferenze derivanti da stimoli esterni e da rappresentazioni mentali interne, l'interferenza di risposta, che coinvolge l'inibizione di risposta involontarie o prepotenti, l'impulsività decisionale, che riguarda lo stile decisionale impulsivo o riflessivo e l'impulsività motivazionale, che coinvolge i processi motivazionali che influenzano le valutazioni soggettive di valore e ricompensa, inclusa la capacità di ritardare la gratificazione (Stahl et al., 2014).

Diversi studi confermano la natura multicomponentiale dell'impulsività le cui componenti sono mediate da meccanismi psicologici e neurali distinti, evidenziando che vari comportamenti impulsivi presentano diverse derivazioni come ad esempio un'incapacità di elaborazione delle informazioni, una difficoltà nel controllo della risposta ed ambedue una eccessiva ed una scarsa motivazione (Dalley & Robbins, 2017).

Anche se ci sono diverse misure correlate all'impulsività e utilizzate come "indicatori" di impulsività, principalmente tre classi di strumenti sembrano misurare gli aspetti fondamentali dell'impulsività: misure di autovalutazione, misure comportamentali in laboratorio e potenziali evento-correlati (Moeller et al., 2001).

Il questionario self-report più comunemente utilizzato per valutare l'impulsività è la Barratt Impulsiveness Scale, il quale indaga l'attenzione, l'impulsività motoria e la pianificazione.

Attraverso compiti con misurazioni in laboratorio è invece possibile indagare l'impulsività decisionale, di cui vengono spesso valutate 3 dimensioni principali con test specifici: lo sconto temporale, lo sconto probabilistico e l'impulsività di riflessione (Dalley & Robbins, 2017). In un compito di sconto temporale, una scelta impulsiva si riflette nella preferenza per risultati più piccoli e immediati (Ainslie, 1975); in un

compito di sconto probabilistico, l'impulsività è dedotta dalla maggiore preferenza dei soggetti per ricompense più piccole e più probabili rispetto a ricompense più grandi e meno probabili (Dalley & Robbins, 2017); l'impulsività riflessiva è invece la tendenza a prendere decisioni rapide senza una sufficiente raccolta e considerazione delle prove disponibili (Kagan, 1966).

Altri test utilizzati nell'ambito dell'impulsività sono i compiti per valutare la tendenza al rischio come il Balloon Analogue Risk Task (BART, Lejuez et al., 2002) e l'Iowa Gambling task (IGT, Bechara et al., 1994); Compiti per la misurazione dell'impulsività e del controllo inibitorio, come lo Stop Signal Reaction Time (SSRT, Logan et al., 1984), che richiede l'inibizione di una azione già avviata ed i cui punteggi correlano con quelli di impulsività dell'Eysenck Personality Inventory, ed il Go/No go task, che misura la capacità di inibire una risposta prepotente ed è classicamente associato all'attività della corteccia prefrontale (PFC) (Logan, 1994; Bevilacqua & Goldman, 2013).

Studi umani, ad esempio con neuroimaging funzionale, ed esperimenti comportamentali su animali evidenziano il ruolo di diverse regioni e reti cerebrali nel comportamento impulsivo: le interazioni striatali con la PFC e l'ippocampo si mostrano centrali nell'impulsività, con la neuromodulazione da parte dei sistemi monoaminergici ascendenti (Dalley et al., 2011); Anche il nucleo accumbens (NA), che riceve input di dopamina (DA) dall'area tegmentale ventrale, è stato identificato come una struttura chiave per certe forme di impulsività, come l'incapacità di sopprimere le risposte premature e l'incapacità di ritardare la gratificazione, le quali dipendono da meccanismi sottilmente diversi all'interno di questa struttura; La capacità di ritardare la gratificazione sembra essere associata a una diminuzione del rilascio di DA nel nucleo del NA (Dalley & Robbins, 2017; Cardinal et al., 2001; Basar et al., 2010).

Complessivamente, gli studi sull'impulsività nei circuiti neurali umani suggeriscono una rete complessa di aree cerebrali coinvolte nei processi decisionali impulsivi, inclusi quelli legati all'inibizione della risposta, alla valutazione della gratificazione ritardata e al calcolo del rischio, che include un ampio numero di aree tra le quali lo striato, l'insula, l'amigdala, il cingolato e la corteccia parietale (Dalley & Robbins, 2017).

Il ruolo centrale della corteccia prefrontale nei comportamenti impulsivi si esprime anche attraverso la regolazione che questa regione fa dei processi di inibizione della

risposta (Bari & Robbins, 2013), presa di decisioni impulsive e poco funzionali (Brevet-Aeby et al., 2016; Lv et al., 2021) e controllo degli impulsi (Jung et al. 2022). In generale, le aree corticali frontali del cervello supervisionano il controllo comportamentale attraverso le funzioni esecutive come la motivazione, la pianificazione, l'attenzione ai compiti e l'inibizione delle risposte impulsive e queste regioni cerebrali terminano la loro maturazione nella tarda adolescenza (Gogtay et al., 2004). Di fatto, durante il periodo adolescenziale si può osservare una scarsa funzionalità esecutiva manifesta nella propensione a comportamenti rischiosi (Reynolds et al., 2019) e nella difficoltà di soppressione degli impulsi (Crews & Boettiger, 2009). In effetti, durante l'adolescenza la diminuzione del volume assoluto della PFC, l'aumento dei livelli di neurotrasmettitori come la dopamina e la serotonina, e le modifiche nella circuitazione neuronale sono correlati ad una maggiore impulsività, una plasticità elevata, una tendenza all'assunzione di rischi, ed una ricerca attiva di sensazioni e novità (Spear, 2000) per cui lo sviluppo del cervello dell'adolescente rappresenta un periodo critico a rischio di dipendenza (Crews & Boettiger, 2009).

Nel prossimo capitolo andrò ad analizzare la relazione tra IGD ed impulsività, in particolare negli adolescenti, riportando 3 studi che ne indagano i correlati neurali e comportamentali.

CAPITOLO 2

2.1 Associazione tra impulsività e IGD

L'IGD è caratterizzato da comportamenti dannosi ripetitivi e dalla perdita di controllo, come evidenziato sia nel DSM-5 che nell'ICD-11 (Király e Demetrovics, 2017). Diversi problemi di controllo esecutivo, inclusa la mancata inibizione della risposta, il monitoraggio interrotto degli errori e l'inflessibilità cognitiva, sono stati associati all'IGD (Ding et al., 2014; Dong et al., 2014).

L'impulsività, caratterizzata dalla tendenza a agire senza riflettere sulle conseguenze o a perdere il controllo sugli impulsi, è stata identificata come un fattore chiave nella comprensione dell'IGD (Cao et al., 2007). Studi hanno evidenziato che livelli più elevati di impulsività sono correlati ad una maggiore propensione a sviluppare dipendenza dal gioco su Internet (Choi et al., 2014). Inoltre, la ricerca ha suggerito che l'impulsività nell'IGD è più pronunciata rispetto ad altre dipendenze comportamentali, come il disturbo da gioco d'azzardo (Choi et al., 2014).

Le basi neurobiologiche di questa relazione sono state esplorate attraverso studi di neuroimaging che hanno identificato anomalie strutturali e funzionali nelle regioni cerebrali coinvolte nel controllo degli impulsi (Dong et al., 2012). Durante compiti legati al controllo degli impulsi, i giocatori dipendenti hanno mostrato attivazioni anormali nella corteccia frontale, insulare, temporale e parietale rispetto ai controlli sani (Dong et al., 2012).

Gli studi hanno costantemente confermato un'associazione positiva tra impulsività e IGD, con l'impulsività che funge da fattore predittivo per lo sviluppo dell'IGD in molte popolazioni (Blinka et al., 2016; Gentile et al., 2011; Hu et al., 2017; Hyun et al., 2015; Liao et al., 2015;).

Le disfunzioni delle aree cerebrali coinvolte nell'inibizione del comportamento, nell'attenzione e nella regolazione delle emozioni sono state identificate come fattori che contribuiscono ai problemi di controllo degli impulsi tra gli adolescenti con IGD (Ding et al., 2014; Du et al., 2016, 2017). Inoltre, anomalie strutturali (volume inferiore

della materia grigia) nelle regioni cerebrali associate al controllo esecutivo, come la corteccia cingolata anteriore, la corteccia prefrontale dorsolaterale e orbitofrontale, sono state correlate con l'IGD, suggerendo un coinvolgimento del controllo esecutivo nella manifestazione dell'IGD (Yuan et al., 2011; Lee et al., 2017).

Allo stesso modo, la ridotta attività nella corteccia prefrontale dorsolaterale (DLPFC) e nel giro frontale inferiore (IFG) tra i dipendenti da gioco indica una compromessa capacità di controllo degli impulsi e processo decisionale (Wang et al., 2017). Queste regioni cerebrali sono coinvolte nell'inibizione comportamentale, nell'elaborazione della ricompensa e nel processo decisionale, e la loro alterazione può influenzare negativamente la valutazione delle opzioni e il rinvio delle ricompense (Hampshire et al., 2010; Staudinger et al., 2011; Aron et al., 2004).

Inoltre, sono state evidenziate differenze nella risposta alle ricompense immediate e nella sensibilità alla perdita tra i dipendenti da gioco, suggerendo una ridotta capacità di valutazione della ricompensa e una maggiore sensibilità alla ricompensa immediata (Dong et al., 2011). Questo può essere correlato a deficit nelle regioni cerebrali associate alla memoria di lavoro e al controllo esecutivo, che influenzano la capacità di inibire gli impulsi per guadagni a breve termine (Wang et al., 2016).

È stata anche riscontrata una relazione positiva tra tempo di risposta e gravità dell'IGD, indicando che i dipendenti da gioco impiegano più tempo per prendere decisioni considerando la quantità di ricompensa, il livello di rischio e la predisposizione a controllare l'impulso (Wang et al., 2017). Questo suggerisce che le capacità di valutazione degli individui con IGD sono compromesse, contribuendo così alla loro impulsività e alla ricerca di gratificazioni immediate (Wang et al., 2017).

In questo capitolo descriverò tre recenti studi in particolare che indagano la relazione tra IGD ed impulsività negli adolescenti, e le aree cerebrali a questa correlate.

2.2 Studio 1

Nello studio “Dysfunctional cognitive control and reward processing in adolescents with Internet gaming disorder” Li et al. (2020) indagano, attraverso questionari e test comportamentali una serie di costrutti legati all'impulsività in adolescenti con IGD,

quali: il controllo cognitivo, l'inibizione e l'attivazione comportamentale, l'impulsività attenzionale, motoria e non pianificata, la reattività alla ricompensa e alla novità, la sensibilità alla perdita e la propensione al rischio; inoltre conducono registrazioni ed analisi elettroencefalogramma (EEG) durante i compiti per analizzare le componenti dei potenziali evento relati (Event-Related Potential, ERP) associate ai costrutti di interesse.

Questo studio ha reclutato trentaquattro adolescenti con IGD, i quali soddisfacevano i criteri per l'IGD del DSM-V, come valutato da uno psichiatra esperto, e hanno risposto positivamente ad almeno cinque domande del Questionario Diagnostico per l'Addiction da Internet (YDQ; Young, 1998). Trentadue partecipanti sani e con punteggi YDQ fino a 4, sono stati selezionati come controlli. I partecipanti hanno anche riportato il tempo trascorso su Internet al giorno, da quanto tempo utilizzavano Internet e se trascorrevano la maggior parte del tempo a giocare online. I partecipanti sono stati valutati da uno psichiatra esperto utilizzando il Beck Depression Inventory-II (BDI-II; Beck et al., 1996), il Beck Anxiety Inventory (BAI; Beck et al., 1988) e l'Intervista Clinica Strutturata per il DSM-IV. I seguenti criteri di esclusione sono stati applicati: (a) punteggi BDI > 13, (b) punteggi BAI > 15, (c) disturbi psichiatrici di Asse I e (d) lesioni craniche o storia di traumi. Nel gruppo di adolescenti con IGD, due partecipanti sono stati esclusi a causa del disturbo ossessivo-compulsivo e un soggetto è stato escluso a causa di una depressione maggiore.

Al fine di esplorare il controllo inibitorio e l'elaborazione della ricompensa sono stati impiegati il Go/no-go task e il Gambling Task (Yin et al., 2016; Gehring & Willoughby, 2002).

Il Go/no-go task consisteva in un blocco di addestramento di 20 prove e due blocchi di test di 90 prove ciascuno. Durante la fase di addestramento, metà dei partecipanti sono stati istruiti a premere un tasto con l'indice della mano destra ogni volta che un triangolo bianco puntava verso l'alto (stimolo go) e a astenersi dal premere il tasto quando il triangolo puntava verso il basso (stimolo no-go). L'altra metà dei partecipanti ha ricevuto l'addestramento con la mappatura opposta. È stato loro comunicato che la velocità e l'accuratezza erano altrettanto importanti. Durante la fase di test la prova non è stato fornito alcun feedback. Per eliminare l'effetto novità sulle prove no-go derivante dall'introduzione di stimoli rari (Huster et al., 2013), ridurre la difficoltà del compito ed

evitare un effetto a pavimento (Dong et al., 2010; Littel et al., 2012), è stato utilizzato un compito go/no-go equiprobabile anziché un compito con stimolo no-go raro.

Per il Gambling task i partecipanti sono stati informati sulle regole del gioco ed è stato detto loro che più punti avrebbero guadagnato, maggiore sarebbe stato il bonus che avrebbero ricevuto. Dopo un blocco di pratica con 10 prove, i partecipanti hanno eseguito sei blocchi formali (80 prove ciascuno). In ogni prova apparivano due opzioni (9 e 99, indicando il numero di punti in gioco) su entrambi i lati del punto di fissazione, una a basso ed una ad alto rischio. I partecipanti ne selezionavano una ed in seguito appariva un feedback che indicava il risultato di guadagno o perdita; il feedback era in realtà regolato secondo una sequenza pseudocasuale predeterminata tale che le probabilità di vincita e di perdita per ciascuna opzione fossero del 50%.

Durante queste due prove sono stati registrati segnali EEG da 30 elettrodi Ag/AgCl sinterizzati, posizionati secondo il sistema esteso 10-20 (NeuroScan Inc., Herndon, VA). Le registrazioni sono state referenziate alla mastoide sinistra online e referenziate nuovamente alla media delle mastoidi sinistra e destra offline. I segnali sono stati amplificati e filtrati a 100 Hz in modalità di acquisizione DC, con campionamento a 500 Hz. Gli artefatti oculari sono stati corretti offline, grazie alla registrazione tramite elettro-oculogramma (EOG), e i dati sono stati segmentati in epoche temporali relative allo stimolo o al feedback. Le prove con artefatti significativi o errori (solo per l'attività go/no-go) sono state escluse dall'analisi.

Nel compito go/no-go, sono state identificate due componenti EEG di interesse: N2 e P3. La componente no-go N2 è stata identificata con una latenza media di picco di circa 290 ms, mentre la componente no-go P3 con una latenza media di picco di circa 400 ms. Queste componenti sono state rilevate principalmente agli elettrodi della linea mediana (Fz, FCz, Cz, CPz, Pz). N2 e P3 sono due componenti legate al controllo inibitorio, nello specifico la componente N2 si ritiene sia correlata al rilevamento del conflitto durante le prime fasi del processo di inibizione (Yin et al., 2016), mentre P3 potrebbe riflettere il ripristino o la chiusura di un precedente processo di inibizione (Littel et al., 2012) ma è anche proposto come indice di difficoltà del compito: maggiore è la difficoltà, minore sarà l'ampiezza P3 suscitata (Benikos et al., 2013; Schevernels et al., 2014).

Nel Gambling task, è stata identificata la componente EEG nota come Negatività correlata al feedback (Feedback-Related Negativity, FRN), con una latenza media di picco di circa 250 ms. Anche questa componente è stata osservata agli elettrodi midlinei. La FRN è spesso associata alla valutazione della discrepanza tra le aspettative e i risultati effettivi, con un'attenuazione più pronunciata in risposta a esiti negativi (Bellebaum et al., 2010; Yau et al., 2015), ma anche si ritiene sia coinvolta nel processo di valutazione dello stimolo in base alle motivazioni personali (Gehring & Willoughby, 2002). Una diminuzione di questa componente è stata anche riscontrata in individui con una maggiore ricerca di sensazioni (Kamarajan et al., 2005).

Dopo le prove, ai partecipanti è stato chiesto di completare tre questionari:

- Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11; Patton et al., 1995): Questo questionario è composto da 30 item che valutano l'impulsività su una scala da 1 (raramente/mai) a 4 (quasi sempre/sempre). Include tre sottoscale di impulsività: attenzionale, motoria e di mancanza di pianificazione. Il punteggio complessivo di impulsività viene determinato sommando gli item delle tre sottoscale; punteggi più alti indicano una maggiore impulsività.
- Sensation Seeking Scale V (SSS-V; Eysenck & Zuckerman, 1978): Questo questionario è composto da 40 item suddivisi in quattro sottoscale (10 item ciascuna): ricerca di emozioni e avventura (desiderio di partecipare a attività fisicamente rischiose), ricerca di esperienze (ricerca di nuove esperienze attraverso la non conformità), disinibizione (interesse per attività socialmente e sessualmente disinibite) e suscettibilità alla noia (avversione alla monotonia e alla ripetitività). Più alto è il punteggio totale per tutti i 40 item, maggiore è il grado di ricerca di sensazioni.
- Questionario Sistema di Inibizione Comportamentale/Sistema di Attivazione Comportamentale (BIS/BAS; Carver & White, 1994): Questo questionario è composto da 20 item suddivisi in due scale primarie, ovvero la BIS (7 item) e la BAS (13 item). La scala BIS è correlata all'evitamento di esiti potenzialmente negativi o dannosi, con punteggi più alti che indicano una maggiore propensione all'evitamento delle perdite. La BAS include tre sottoscale: reattività alla ricompensa (BAS-ricompensa), impulso (BAS-impulso) e ricerca del divertimento (BAS-divertimento). La scala BAS è

associata alla ricerca di ricompense e novità, con punteggi più alti che implicano una maggiore sensibilità alla dipendenza dalla ricompensa e alla ricerca di novità.

2.2.1 Risultati

Gli adolescenti con IGD hanno ottenuto punteggi significativamente più alti rispetto al gruppo di controllo nei seguenti questionari: (1) nelle tre sottoscale del questionario BIS-11, indicando un maggiore livello di impulsività (2) nella SSS-V complessiva e nella sottoscala di ricerca di avventura ed eccitazione, suggerendo una maggiore propensione alla ricerca di stimoli ed esperienze emozionanti e (3) in tutte le sottoscale della BAS, indicando una maggiore sensibilità al ricompense e alla ricerca di novità. Inoltre, il gruppo IGD ha ottenuto punteggi inferiori nella scala BIS, suggerendo minore sensibilità agli esiti negativi. I coefficienti alfa di Cronbach indicano una buona coerenza interna per tutti i questionari utilizzati, confermando l'affidabilità delle misurazioni ottenute; nello specifico, i punteggi YDQ erano correlati positivamente con i punteggi SSS, BAS e BIS-11 e negativamente correlati con i punteggi BIS. Suggerendo un legame tra le dimensioni indagate e la gravità del disturbo.

Per quanto riguarda il compito Go\no-go tutti i partecipanti erano più precisi nel rispondere quando dovevano farlo (go) rispetto a quando dovevano trattenersi (no-go). L'effetto del gruppo è stato significativo, con una maggiore precisione nel gruppo di controllo rispetto al gruppo IGD. L'interazione Tipo × Gruppo è stata significativa, con una maggiore precisione nel gruppo di controllo rispetto al gruppo IGD solo nel condizionamento "no-go", mentre non c'erano differenze significative nel condizionamento "go". Ovvero il gruppo IGD ha mostrato una precisione minore solo nel caso degli stimoli no-go, per cui è emerso che questi avevano difficoltà specificamente nell'inibizione della risposta, e non nella sua esecuzione (Littel et al., 2012).

Per quanto riguarda gli ERP, l'N2, come ci si aspettava, ha mostrato ampiezze più piccole nel condizionamento "no-go" rispetto al "go", ma non si sono riscontrate differenze tra i gruppi né interazioni Tipo × Gruppo.

Anche nel caso del P3 l'ampiezza era significativamente più grande nel caso "go" rispetto al "no-go". Inoltre, è emersa un'interazione significativa Tipo × Gruppo, con ampiezze del P3 più piccole nel gruppo IGD rispetto al gruppo di controllo allo stimolo "no-go", il che potrebbe indicare che gli adolescenti con IGD avevano maggiori difficoltà rispetto ai controlli nell'inibire con successo i loro impulsi di risposta.

Lo studio ha anche rilevato anomalie nella sensibilità alla ricompensa negli adolescenti IGD. Nel gambling task il gruppo IGD si è dimostrato più propenso alle scelte rischiose e al contempo ha mostrato un'ampiezza del FRN minore nella condizione di guadagno, che potrebbe riflettere un processo di ricompensa attenuato negli adolescenti con IGD (He et al., 2017; Yau et al., 2015).

Una serie di correlazioni ha confermato e strutturato le evidenze di questo studio: i punteggi YDQ erano correlati positivamente con i tassi di scelte di ricerca del rischio e negativamente con l'accuratezza del no-go e con l'ampiezza del guadagno FRN. Inoltre, era presente una correlazione tra le ampiezze di N2 (inibizione) e FRN (guadagno) nel gruppo di controllo, per cui nei soggetti sani è presente una relazione tra il sistema di controllo inibitorio e il sistema di approccio alla ricompensa, ma questa relazione non risulta nel gruppo IGD. Le disfunzioni di questi sistemi potrebbero quindi essere importanti fattori di rischio per IGD.

In sintesi, i risultati di questo studio hanno evidenziato che i partecipanti con sintomi IGD elevati si dimostrano più impulsivi e sensibili alle novità e meno propensi a evitare esiti negativi, hanno maggiori difficoltà di inibizione e scompenso del sistema di ricompensa, confermando il legame diretto tra queste caratteristiche e la gravità del disturbo. Le prove comportamentali e le analisi ERP confermano che gli adolescenti IGD sono meno efficaci nell'inibizione e più propensi al rischio suggerendo che i sistemi di controllo inibitorio e di approccio alla ricompensa potrebbero essere compromessi in questi soggetti. Essendo quello dei videogiochi un ambiente frequentemente mutevole, stimolante e gratificante, gli adolescenti con IGD potrebbero avere difficoltà ad astenersi dall'accedere a stimoli rapidamente ottenibili e immediatamente gratificanti.

2.3 Studio 2

Nello studio “Impulsivity and Response Inhibition Related Brain Networks in Adolescents With Internet Gaming Disorder: A Preliminary Study Utilizing Resting-State fMRI” (2021), Chen et al. utilizzano la risonanza magnetica funzionale per indagare i correlati neurali dell’impulsività e dell’inibizione negli adolescenti affetti da IGD, sottoponendoli a questionari e ad un compito Stroop per indagarne parallelamente la risposta comportamentale, in modo da fornire spiegazioni neurologiche per i comportamenti di gioco online e nuovi target di imaging per la diagnosi clinica e l’intervento.

In particolare in questo studio vengono analizzate le connessioni direzionali nel circuito prefrontale-striatale utilizzando un'analisi di causalità di Granger (GCA) ed il livello di sincronizzazione dei due emisferi utilizzando la connettività omotopica con mirroring voxel (VMHC), che misura la simmetria funzionale tra i voxel in uno specifico volume cerebrale di un emisfero e i loro corrispondenti simmetrici nell'emisfero opposto.

La GCA è una tecnica statistica utilizzata per determinare se una serie temporale di dati può essere considerata causa di un'altra serie temporale; è utilizzata per esaminare le relazioni tra l'attività neurale in diverse regioni del cervello e determinare se l'attività in una regione precede e influenza l'attività in un'altra regione (Yuan et al., 2016); in questo studio la GCA multivariata è stata condotta utilizzando il Resting State fMRI Data Analysis Toolkit (REST). I coefficienti del percorso firmato vengono utilizzati per identificare gli effetti causali di Granger tra nodi chiave delle reti di connettività intrinseca (ICNs) in ciascun emisfero. Questi nodi sono considerati distribuiti normalmente e possono essere utilizzati per l'analisi statistica parametrica per l'inferenza a livello di gruppo.

Gli sperimentatori hanno ipotizzato che gli adolescenti con IGD avrebbero mostrato maggiore impulsività nel compito Stroop in modo correlato ai punteggi di un Internet Addiction Test (IAT, Young et al., 1998). E che questo dato sarebbe stato accompagnato da differenze significative nell'efficacia della connessione dei circuiti prefronto-striatali e nei valori VMHC delle regioni cerebrali correlate.

Lo IAT è composto da 20 item valutati su una scala a 5 di cui i punteggi vengono sommati per ottenere il punteggio totale IAT. Un totale di 50 punti o inferiore non indica alcun problema di dipendenza da Internet (IA); 50-79 indica IA lieve; 80-100 indica IA grave (Young et al., 1998).

Lo studio è stato condotto su un campione di 48 adolescenti (12-18 anni), 22 individui classificati IGD (di cui 5 femmine) e 26 classificati come “utenti ricreativi di giochi su internet” (recreational internet game users, RGUs; di cui 7 femmine). Per la valutazione della presenza o meno di IGD sono stati utilizzati lo IAT (punteggio > 50), un questionario sul gioco online (auto progettato), nel quale i soggetti dovevano riportare un tempo medio di gioco online giornaliero di almeno 4-6 ore per più di 2 anni e la valutazione di uno psichiatra, il quale diagnosticava il disturbo sulla base dei criteri del DSM. Venivano invece reclutati per il gruppo di controllo RGU i soggetti con un punteggio IAT minore di 50 e un tempo medio di gioco online giornaliero di 2-4 ore per più di un anno. Venivano esclusi tutti i soggetti che presentavano altre forme di dipendenza, disturbi o malattie, o avevano preso medicinale nella settimana precedente all’esperimento; tutti i partecipanti erano destrorsi e non vi erano differenze statisticamente significative in termini di età, sesso o livello di istruzione tra i due gruppi.

Per valutarne l’impulsività e la capacità di inibizione tutti i partecipanti sono stati sottoposti alla versione cinese della BIS-11, rivista da Zhou et al. (2006) e ad una prova Stroop Color-Word, compito cognitivo utilizzato per valutare la capacità di inibizione della risposta e la flessibilità cognitiva di un individuo (DeVito et al., 2012). Durante questa prova, ai partecipanti viene presentata una serie di parole stampate in colori diversi. Il compito del partecipante è di identificare il colore dell'inchiostro in cui è stampata la parola, ignorando il significato della parola stessa. Questa prova può essere costituita da stimoli congruenti (CC), in cui il colore dell'inchiostro corrisponde al significato della parola, o da stimoli incongruenti (IC), in cui il colore dell'inchiostro è diverso dal significato della parola. Il tempo di reazione e l'accuratezza delle risposte vengono registrati per valutare le prestazioni del partecipante nel gestire l'interferenza tra il colore e il significato della parola.

Nella GCA per sondare le connessioni direzionali all’interno dei circuiti fronto-striatali,

è stata designata come regione di interesse (ROI) la corteccia prefrontale dorsolaterale (DLPFC), data la letteratura a conferma del ruolo centrale che questa area svolge nel controllo inibitorio ed i precedenti studi che mostravano alterazioni della connettività di questa area in pazienti IGD (Potenza et al., 2003, Tserkovnikova et al., 2016); grazie a questa tecnica, già utilizzata in altri studi con fMRI è stato quindi possibile rivelare effetti causali tra le DLPFC e lo striato,

Il VMHC misurando la forza della connessione funzionale tra un voxel e la sua controparte nell'emisfero opposto (Yu et al., 2018), riflette la sinergia delle attività dei segnali cerebrali destro e sinistro. Questa è stata misurata su tutto il cervello (Qiu et al., 2017); Valori più elevati di VMHC indicano un migliore equilibrio nell'attività funzionale tra gli emisferi cerebrali, mentre valori più bassi indicano un equilibrio meno ottimale.

2.3.1 Risultati

Al questionario BIS-11 gli adolescenti IGD hanno mostrato punteggi significativamente più alti dei UGR, in tutti e tre i fattori di impulsività attentiva (AI), impulsività motoria (MI) e impulsività non pianificativa (NI), e questo punteggio risulta positivamente correlato al punteggio IAT, indice della gravità dell'IGD.

Nella prova stroop il gruppo IGD impiegava più tempo del RGU per rispondere sia agli stimoli congruenti (SC) che a quelli incongruenti (SI), ed in quest'ultimo caso mostrava anche una minore accuratezza. Questi risultati suggeriscono che la capacità di inibire le risposte è compromessa nel gruppo IGD, il che li rende più lenti e suscettibili agli errori durante l'esecuzione di compiti complessi. Queste scoperte sono simili a quelli riscontrati in ricerche precedenti sulle dipendenze, come l'abuso di cocaina, alcol e tabacco fornendo evidenze comportamentali per la somiglianza tra l'IGD e le dipendenze da sostanze (Inozemtseva et al., 2016, Thayer et al., 2015, Yip et al., 2016).

Studi precedenti hanno evidenziato un'anomala connettività funzionale a riposo nei circuiti prefrontali-striatali in individui che facevano abuso di droghe (Tomasi & Volkow, 2013) e soggetti con IGD (Kuhn & Gallinat, 2015; Yuan et al., 2017). L'analisi GCA della connessione tra il DLPFC sinistro e lo striato dorsale nei gruppi IGD e RGU

ha rivelato una significativa differenza nell'efficacia di questa connessione. Si è osservato che i circuiti prefrontali-striatali degli adolescenti con IGD sono parzialmente compromessi. In condizioni normali, nei circuiti prefrontali-striatali funzionanti correttamente, il DLPFC viene attivato durante il processo di inibizione della risposta. Nel gruppo RGU è stato osservato un valore di connessione positivo dello striato con la DLPFC sinistra. Ciò indica che l'attività dello striato dorsale stimola il DLPFC, il che potrebbe aiutare l'individuo a inibire l'elaborazione delle risposte. Tuttavia, nel gruppo IGD, si è osservato un valore negativo nell'efficienza della connessione tra lo striato dorsale e il DLPFC sinistro, indicando che l'attività dello striato dorsale sopprimeva il DLPFC sinistro. Lo striato è associato all'impulsività e al sistema di ricompensa (Drgonova et al., 2016, Parker et al., 2016), e giocare ai giochi online può attivare questo sistema (Ko et al., 2013). Di conseguenza, l'attivazione dello striato, inibendo l'attività del DLPFC sinistro, rende difficile per gli individui con IGD sopprimere l'impulso di giocare ai giochi online (Yuan et al., 2011). Questo può portare a comportamenti di gioco impulsivi e prolungati. D'altra parte, non è stata riscontrata alcuna differenza significativa nell'area del cingolo anteriore e della corteccia prefrontale ventrolaterale.

Inoltre nel gruppo IGD, i valori di VMHC nella corteccia orbitofrontale mediale (mOFC), coinvolta nella regolazione dei desideri e delle emozioni, nella presa di decisioni e nei comportamenti compulsivi (Schoenbaum et al., 2006, Shakra et al., 2018), erano significativamente inferiori rispetto al gruppo RGU, evidenziando una sincronizzazione OFC anomala negli emisferi sinistro e destro del cervello di individui con IGD, anomalia che altri studi con VMHC hanno precedentemente osservato in individui con dipendenza (Yu et al., 2018). Il valore VMHC della mOFC nei pazienti con IGD era negativamente correlato all'indice MI del BIS-11, suggerendo che l'impulsività motoria potrebbe influenzare la trasmissione del segnale della OFC in entrambi gli emisferi cerebrali. Questo potrebbe compromettere il supporto alla funzione di valutazione della OFC negli adolescenti con IGD, portando a difficoltà nel prendere decisioni. Nel gruppo IGD, il VMHC della mOFC era negativamente correlato con l'età, suggerendo che gli adolescenti più grandi con IGD potrebbero aver utilizzato i giochi online per periodi più lunghi, causando un graduale declino della comunicazione simmetria funzionale interemisferica in queste regioni. In ultimo, analizzando la

relazione tra il VMHC della mOFC e i dati comportamentali del compito di Stroop, Chen et al. (2021) trovano che nei RGU, il VMHC della mOFC era correlato negativamente al tempo di reazione nel compito di Stroop, mentre questa correlazione mancava nel gruppo IGD. Essendo la mOFC coinvolta nella regolazione degli stati emotivi negativi (Shakra et al., 2018) si ipotizza che una migliore sincronizzazione tra i due emisferi in questa area faciliti l'inibizione attraverso la regolazione emotiva negli RGU, infatti una maggiore sincronicità correla con una elaborazione più rapida nei RGU. Questo meccanismo è assente negli adolescenti IGD che, come abbiamo detto, dimostrano difficoltà nella soppressione, con RT più lunghi e errori più numerosi nei compiti Stroop con SI. Tuttavia il ruolo della connessione funzionale e del livello di sincronizzazione del segnale in mOFC su entrambi gli emisferi del cervello non è ancora chiaro nella regolazione emotiva.

I risultati di questo studio confermano il ruolo svolto dai circuiti prefronto-striatali, dall'impulsività e dal controllo inibitorio nell'IGD, mettendo in luce le alterazioni neurali e comportamentali che accompagnano questo disturbo e le analogie che queste hanno con altre forme di dipendenza; lo studio evidenzia il ruolo della connessione tra lo striato dorsale e la DLPFC, ipotizzando che la forte stimolazione del circuito della ricompensa negli adolescenti con IGD, porti ad un deterioramento del normale processo di inibizione e all'insorgenza di comportamenti impulsivi. Inoltre si evidenzia il ruolo della sincronizzazione interemisferica nella mOFC nell'ambito del comportamento impulsivo e la difficoltà di inibizione degli adolescenti IGD.

2.4 Studio 3

Nello studio "Internet gaming disorder in adolescents is linked to delay discounting but not probability discounting" di Tian et al. (2018) lo scopo era quello di identificare le caratteristiche comportamentali legate all'impulsività degli adolescenti con IGD per promuovere la diagnosi e l'intervento precoce. Questi studiosi hanno utilizzato un test di sconto del ritardo, un test di sconto della probabilità e la BIS-11 per valutare l'impulsività e la tendenza al rischio negli adolescenti con IGD, confrontandoli con un gruppo di controllo.

Il delay discounting, o sconto del ritardo, è una misura ampiamente utilizzata nel processo decisionale impulsivo, definendosi come la tendenza a svalutare una ricompensa futura in base al tempo di attesa prima della sua ricezione (Ainslie, 1975; Rachlin et al., 1991). In un tipico compito di sconto del ritardo, i partecipanti sono posti di fronte a una serie di scelte binarie tra guadagni minori e più immediati e guadagni maggiori ma più ritardati, al fine di calcolare il loro sconto del ritardo unico, che riflette la preferenza per guadagni minori e più rapidi ed è legato alla capacità di ritardare la gratificazione (MacKillop et al., 2011). Un livello più elevato di impulsività di una persona si associa a un maggiore tasso di sconto del ritardo. Il fenomeno del delay discounting è considerato un indicatore comportamentale della dipendenza (Bickel, et al. 2014).

In parallelo, il probability discounting, o sconto probabilistico, è un fenomeno che comporta una diminuzione del valore soggettivo di una ricompensa incerta all'aumentare delle probabilità di non riceverla (Green & Myerson, 2004; Rachlin et al., 1991). Pur simile allo sconto del ritardo per quanto riguarda definizione e procedura sperimentale, lo sconto delle probabilità è impiegato per valutare l'assunzione del rischio. In questo compito, i partecipanti sono posti di fronte alla scelta tra guadagni piccoli e certi e guadagni probabilistici più elevati.

Lo sconto ritardato e lo sconto probabilistico nel dominio delle perdite giocano un ruolo significativo nei comportamenti dipendenti, in quanto la scelta di impegnarsi nell'uso di sostanze o nel gioco d'azzardo comporta conseguenze future, potenzialmente negative.

Lo studio che stiamo prendendo in esame ha confrontato gli adolescenti con IGD con un gruppo di confronto utilizzando l'attività di sconto del ritardo monetario e l'attività di sconto della probabilità sia in condizioni di guadagno che di perdita e con importi grandi e piccoli.

Nel contesto di questo studio, sono state formulate e testate due ipotesi. Inizialmente, si è ipotizzato che gli adolescenti affetti da IGD avrebbero manifestato una minore sensibilità agli esiti ritardati ed un maggiore sconto ritardato rispetto ai loro coetanei nel gruppo di controllo. In secondo luogo, si è avanzata l'ipotesi che gli adolescenti con IGD possano mantenere un livello intatto di propensione al rischio e manifestare uno sconto di probabilità simile a quello osservato nel gruppo di controllo.

Per la ricerca, sono stati reclutati 47 adolescenti diagnosticati con IGD, conformemente ai criteri del DSM-5, valutati da uno psichiatra specializzato, che hanno risposto positivamente ad almeno cinque domande sul questionario diagnostico di Young per la dipendenza da Internet (YDQ; Young, 1998). 41 studenti sono stati selezionati come gruppo di controllo, con punteggi YDQ non superiori a quattro. I due gruppi sono stati accoppiati per età, sesso e livello di istruzione. È stata somministrata a entrambi i gruppi una versione cinese della BIS-11 (Li et al., 2011). Attraverso la somministrazione dei BDI-II (Beck et al., 1996) e BAI (Beck et al., 1988) ed una intervista clinica strutturata di uno psichiatra sono stati esclusi dal gruppo IGD quattro partecipanti a causa del disturbo ossessivo-compulsivo e uno a causa della depressione maggiore. Non sono emerse differenze significative tra i due gruppi in termini anni di esperienza nell'utilizzo di Internet.

Prima del compito di sconto sono state fornite le istruzioni ed è stato chiesto ai partecipanti di rispondere come avrebbero fatto nella realtà.

La procedura per i compiti di sconto, così come i valori delle variabili selezionate, sono stati adattati da studi pregressi (Estle et al., 2006; Cheng et al., 2012; Holt et al., 2003). Nel compito di sconto del ritardo i ritardi aumentavano gradualmente di prova in prova, mentre nello sconto di probabilità la probabilità decresceva dopo ogni scelta, al fine di stimare i valori soggettivi in relazione ai tempi dei ritardi e alle varie probabilità.

Venivano inoltre variati la valenza (guadagno o perdita) ed i termini di importo (500 yen o 50.000 yen), creando otto condizioni in totale. L'importo ritardato\probabilistico restava costante per ogni serie di scelte, mentre l'importo immediato\certo variava in seguito ad ogni scelta.

Ad esempio, prendiamo in considerazione la condizione di guadagno di ¥ 500 nell'attività di sconto del ritardo. Inizialmente i partecipanti dovevano scegliere tra due opzioni: un guadagno immediato pari alla metà del guadagno ritardato, oppure un guadagno ritardato intero (ad esempio, ¥ 500 tra un mese o ¥ 250 oggi). Dopo ogni scelta, l'importo del guadagno immediato veniva aggiustato in base alla scelta precedente del partecipante. Se il partecipante sceglieva il guadagno immediato, l'importo dell'opzione immediata nella scelta successiva diminuiva; se sceglieva il guadagno ritardato, l'importo del guadagno immediato nella scelta successiva aumentava. La procedura per l'adattamento dell'importo nella condizione di perdita

dell'attività di sconto del ritardo era simile, con la sola differenza nella direzione degli aggiustamenti.

Per determinare il grado di sconto probabilistico e ritardato di ogni soggetto nelle diverse condizioni, è stata calcolata l'area sotto le curve di sconto (AUC) di ognuna; questo valore è indipendente dai modelli di sconto teorici e non è influenzato dalla qualità dell'adattamento (Myerson et al., 2001).

2.4.1 Risultati

I punteggi YDQ sono risultati positivamente correlati ai punteggi totali del BIS-11. Al fine di mitigare potenziali fattori di confusione relativi ai punteggi BIS-11 tra il gruppo IGD e il gruppo di controllo, gli studiosi hanno trattato i punteggi BIS-11 come covariate nelle analisi delle condizioni di sconto del ritardo evidenziando, in questo modo, effetti di gruppo significativamente più ampi. Questo risultato suggerisce che l'incapacità di tollerare i ritardi è associata all'IGD piuttosto che alla sola personalità impulsiva (misurata dal BIS-11).

Questa ricerca costituisce uno dei primi studi ad esaminare sistematicamente i due aspetti fondamentali dello sconto del ritardo e dell'assunzione di rischi negli adolescenti affetti da IGD. In particolare, durante il compito di sconto del ritardo, è emerso che il gruppo IGD presentava AUC inferiori rispetto al gruppo di confronto in tutte e quattro le condizioni, indicando una maggior tendenza degli adolescenti con IGD a sovrastimare il valore delle ricompense immediate a scapito di quelle future. Al contrario, nei compiti di sconto della probabilità, non sono state osservate differenze significative tra i due gruppi in nessuna delle condizioni, suggerendo una simile propensione al rischio tra gli adolescenti con IGD e il gruppo di confronto.

Nel compito di sconto del ritardo dei guadagni monetari, i valori soggettivi dei guadagni futuri sono diminuiti più rapidamente per gli adolescenti con IGD rispetto al gruppo di confronto, come indicato dalle AUC più piccole, riflettendo una maggiore impulsività verso le ricompense. È stato osservato un effetto importo: i guadagni minori sono stati scontati più rapidamente dei guadagni maggiori, e questa differenza tra i due gruppi è stata significativa sia nelle condizioni di ¥500 che di ¥50.000. Secondo l'effetto importo

gli individui quando prendono decisioni su ricompense maggiori mostrano un livello di impulsività inferiore (Green & Myerson, 2004). Tuttavia, i risultati attuali indicano che, anche per grandi ricompense, gli adolescenti con IGD continuano a mostrare un'impulsività elevata e stabile.

Gli adolescenti con IGD hanno mostrato AUC più piccole nel compito di sconto del ritardo anche nel dominio delle perdite, indicando che sarebbero disposti a sopportare perdite future maggiori piuttosto che tollerare perdite immediate minori. L'effetto importo è risultato significativo, ma la differenza tra i gruppi è rimasta significativa sia nelle condizioni di ¥500 che di ¥50.000, dimostrando che gli adolescenti con IGD sono insensibili alle perdite future anche per importi elevati. Secondo il fenomeno dell'asimmetria guadagno-perdita, normalmente si assiste ad una maggiore prudenza in vista di esiti negativi rispetto che positivi (Loewenstein & Prelec, 1992). L'impulsività dimostrata dagli adolescenti IGD in questo campo potrebbe riflettere un'insensibilità alle conseguenze negative future centrale nell'eziogenesi e nel mantenimento del disturbo. Inoltre questa relazione tra IGD e sconto del ritardo sia in termini di guadagno che di perdita rimane invariata anche dopo aver controllato il punteggio BIS-11 come covariata quindi l'impulsività nel compito risulta indipendente e distinta da quella misurata con il BIS-11. Infine la correlazione emersa tra gli sconti del ritardo di guadagni e perdite valida l'esistenza di un meccanismo comune sottostante nei processi decisionali di questi domini, identificabile nel controllo cognitivo, il quale è responsabile della pianificazione futura e nella soppressione delle tentazioni immediate (Xu et al., 2009).

Come accennato, in questo studio non sono emerse differenze significative tra gli adolescenti con IGD e il gruppo di confronto nelle condizioni di sconto probabilistico, indicando tendenze al rischio simili. Questo risultato è coerente con alcuni studi che non riscontrano differenze nella propensione al rischio di adolescenti con IGD e coetanei senza IGD (Qi et al., 2015) ma contrario ad altri studi in cui invece questa differenza emerge descrivendo sia gli adolescenti che gli adulti IGD come più propensi al rischio (Li et al., 2020; Chen et al., 2015; Lin et al., 2015), motivo per cui questa tendenza dovrebbe essere ancora indagata in tutte le popolazioni con IGD.

CAPITOLO 3

3.1 Conclusioni

Come abbiamo visto la ricerca scientifica ha chiaramente evidenziato una stretta relazione tra impulsività e IGD, sottolineando il ruolo cruciale delle alterazioni neurobiologiche nelle regioni cerebrali coinvolte nel controllo degli impulsi e nel processo decisionale.

I tre studi che abbiamo analizzato confermano e arricchiscono questa relazione, mettendo in luce il ruolo dei sistemi di controllo inibitorio e di approccio alla ricompensa, dei circuiti prefronto-striatali, con particolare attenzione alla connessione tra lo striato dorsale e la DLPFC, e della sincronizzazione emisferica nelle aree prefrontali. Inoltre troviamo in questi studi conferma alla relazione tra IGD e diverse forme di impulsività e alle analogie che queste hanno con altre forme di dipendenza.

D'altro canto bisogna tener conto ed analizzare le specifiche limitazioni degli studi presi in esame. Nel primo studio, Li et al. (2020) nell'indagare la disfunzione dei sistemi di controllo inibitorio e di ricompensa hanno impiegato due compiti indipendenti per cui non sono stati in grado di accertare la regolazione dinamica di questi due sistemi, potendo quindi solo ipotizzare una disfunzione della relazione tra questi. La futura ricerca nell'ambito della relazione tra IGD ed impulsività negli adolescenti trarrebbe vantaggio da investigazioni che utilizzino paradigmi efficaci per comprendere meglio la regolazione tra questi due sistemi.

Nello studio "Impulsivity and Response Inhibition Related Brain Networks in Adolescents With Internet Gaming Disorder: A Preliminary Study Utilizing Resting-State fMRI" (Chen et al., 2021), a causa dei macchinari obsoleti e del tempo (breve, <3min) di scansione della fMRI, le stime sulla connettività in stato di riposo non sono del tutto affidabili. Inoltre la dimensione del campione di questo studio era ridotta (22 individui classificati IGD) poiché molti adolescenti con IGD non vedevano il gioco come un problema e quindi non volevano partecipare. Inoltre, alcuni adolescenti erano riluttanti a partecipare alla risonanza magnetica e parte dei dati raccolti erano inutilizzabili a causa del movimento della testa durante l'esame. Per migliorare e

confermare i risultati, sarà necessario reclutare più soggetti in futuri studi. Secondo questi studiosi, dati di imaging del tensore di diffusione potrebbero spiegare meglio la connettività funzionale anormale nel cervello degli adolescenti con IGD. Infine Chen et al., (2021) hanno utilizzato un ROI predefinito per l'analisi, ovvero la DLPFC, ma un'analisi delle componenti indipendenti potrebbe rivelare connessioni più significative ed hanno utilizzato come gruppo di controllo dei giocatori di videogame “sani” ma includere un gruppo di controllo sano che non gioca potrebbe chiarire meglio la patogenesi dell'IGD. In futuro, questi studiosi propongono di combinare l'imaging con interventi psicologici per osservare i cambiamenti funzionali del cervello prima e dopo l'intervento.

Anche nel terzo ed ultimo studio da noi riportato, che si focalizza sul meccanismo di sconto del ritardo negli adolescenti IGD, la dimensione del campione non era esaustiva. Inoltre la ricerca non chiarisce alcuna relazione causale tra IGD e tassi più alti di delay discounting ed utilizzando nei compiti di sconto ritardato e probabilistico opzioni monetarie ipotetiche, l'aspetto irrealistico del compito ne ha diminuito la validità esterna (Hinvest & Anderson, 2010). Per quanto riguarda le future ricerche questi autori suggeriscono studi longitudinali volti ad indagare se lo sconto del ritardo, sia per i guadagni che per le perdite, possa prevedere il rischio di sviluppare IGD e se questo diminuisca dopo il trattamento dell'IGD. In secondo luogo, l'utilizzo della fMRI o dei potenziali legati agli eventi potrebbe essere utile per identificare eventuali deficit dei meccanismi neurali negli adolescenti con IGD durante l'esecuzione del compito di sconto del ritardo (McClure & Bickel, 2014). Infine, l'applicazione dei paradigmi di sconto del ritardo e di sconto della probabilità su un ampio spettro di disturbi potrebbe contribuire a una migliore comprensione delle basi funzionali comuni e specifiche dell'IGD e di altri disturbi correlati (Tian et al., 2018).

La comprensione della relazione tra impulsività e IGD nell'adolescenza è fondamentale per lo sviluppo di interventi efficaci per prevenire e trattare l'IGD, tenendo conto delle variazioni individuali e delle influenze ambientali che possono modulare tale relazione. La ricerca ha ampiamente documentato la complessità delle interazioni tra fattori biologici, psicologici e sociali nella manifestazione e nel mantenimento dell'IGD, ma in questo sistema l'impulsività emerge non solo come un tratto caratteristico dei giocatori dipendenti, ma anche come un fattore chiave nella predisposizione e nell'evoluzione

dell'IGD, suggerendo l'importanza di considerare l'impulsività come un obiettivo di intervento centrale nei programmi di prevenzione e trattamento dell'IGD. Tian et al. (2018) suggeriscono interventi mirati a ridurre i tassi di sconto del ritardo negli adolescenti affetti da IGD. Un esempio è l'allenamento della memoria di lavoro, che è stato dimostrato efficace nel ridurre il delay discounting tra i consumatori di sostanze (Bickel et al., 2011). Un altro approccio utile è il pensiero futuro episodico, che è in grado di aumentare l'attivazione della rete di controllo cognitivo (Tian et al., 2018).

Yao et al. (2017) dimostrano che, con un intervento comportamentale di gruppo combinato di mindfulness e reality therapy mirato all'impulsività decisionale, è possibile ridurre il tasso di sconto ritardato in giovani con IGD e che questa diminuzione correla positivamente con una riduzione dei sintomi IGD. Questi studiosi trovano che la stessa terapia riduce parallelamente i valori di ansia e depressione del gruppo IGD. Per sviluppare interventi efficaci è necessario tenere conto del fatto che l'impulsività non agisce isolatamente, ma interagisce con altri fattori mediatori e moderatori, come l'autoregolazione, le relazioni interpersonali e la depressione, nell'influenzare la gravità e la manifestazione dell'IGD (Hu et al., 2017; Ryu et al., 2018). Infatti, l'impulsività è associata alla depressione e può causare indirettamente solitudine e fallimenti nelle relazioni interpersonali, contribuendo così al deterioramento del funzionamento emotivo e sociale (Granö et al., 2007; Swann et al., 2008; Savci & Aysan, 2016; Ryu et al., 2018). Questa complessa interazione tra impulsività, IGD, depressione e funzionamento sociale evidenzia la necessità di un approccio olistico nella comprensione e nel trattamento dell'IGD in adolescenza. La terapia cognitivo-comportamentale, che già si è dimostrata efficace nel trattamento di altre dipendenze, come il gioco d'azzardo e l'alcool (Assanangkornchai & Srisurapanont, 2007; Ladouceur, et al., 1994), sembra essere efficace anche come trattamento per IGD negli adolescenti (Du et al., 2010); attraverso un intervento mirato al trattamento dell'impulsività, dell'ansia, dell'evitamento e dei problemi familiari ed ambientali, Han et al. (2020) trovano una riduzione dei sintomi IGD maggiore che con una terapia di supporto, con miglioramento di tutti i fattori associati all'IGD. In questo studio il trattamento riferito all'impulsività includeva sessioni per riflettere sui benefici e sulle perdite derivanti dal gioco impulsivo e sessioni di immaginazione della propria vita futura, inoltre il programma CBT suggeriva che l'autocontrollo (e non il controllo

forzato sul gioco) avrebbe portato ad una maggiore soddisfazione di vita. Alla fine del trattamento la maggior parte del campione mostra riduzione del livello di impulsività oltre che dei sintomi IGD. Ulteriori ricerche dovrebbero approfondire l'efficacia di trattamenti specifici sull'impulsività in adolescenti con IGD, nei quali l'impulsività è una caratteristica chiave e che potrebbero rispondere diversamente dai giovani adulti. Inoltre sarebbe necessario indagare ulteriormente il ruolo dell'autoregolazione, dei problemi interpersonali e della depressione come fattore moderatore o mediatore nell'associazione tra impulsività e IGD (Şalvarlı & Griffiths, 2019).

Una delle limitazioni di molti studi nel campo dell'IGD è la mancanza di un campione rappresentativo del genere femminile, e diversi studi sono stati condotti unicamente su individui di sesso maschile, per cui si raccomanda di approfondire il ruolo delle differenze di genere nella predisposizione e nei fattori di rischio per lo sviluppo di IGD (Şalvarlı & Griffiths, 2019), in particolare nel campo dei diversi tipi di impulsività, per i quali sono state trovate significative differenze di genere (Cross et al., 2011). Altre aree di interesse dovrebbero essere le differenze interculturali e le differenze relative agli specifici generi di gioco (Şalvarlı & Griffiths, 2019), i quali sono stati correlati a diversi livelli di impulsività (Bailey et al. 2013).

BIBLIOGRAFIA

- *Aarseth, E., Bean, A. M., Boonen, H., Colder Carras, M., Coulson, M., Das, D., ... & Van Rooij, A. J. (2017). Scholars' open debate paper on the World Health Organization ICD-11 Gaming Disorder proposal. *Journal of behavioral addictions*, 6(3), 267-270.
- Ainslie, G. (1975). Specious reward: a behavioral theory of impulsiveness and impulse control. *Psychological Bulletin*, 82(4), 463.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Aron, A. R., Monsell, S., Sahakian, B. J., & Robbins, T. W. (2004). A componential analysis of task-switching deficits associated with lesions of left and right frontal cortex. *Brain*, 127(7), 1561-1573.
- *Assanangkornchai, S., & Srisurapanont, M. (2007). The treatment of alcohol dependence. *Current Opinion in Psychiatry*, 20(3), 222-227.
- Bailey, K., West, R., & Kuffel, J. (2013). What would my avatar do? Gaming, pathology, and risky decision making. *Frontiers in Psychology*, 4, 51443.
- Bari, A., & Robbins, T. W. (2013). Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, 108, 44-79.
- Basar, K., Sesia, T., Groenewegen, H., Steinbusch, H. W., Visser-Vandewalle, V., & Temel, Y. (2010). Nucleus accumbens and impulsivity. *Progress in Neurobiology*, 92, 533-557.
- *Beard, K. W., & Wolf, E. M. (2001). Modification in the proposed diagnostic criteria for Internet addiction. *Cyberpsychology & behavior*, 4(3), 377-383.
- Bechara, A. (2005). Decision making, impulse control and loss of willpower to resist drugs: A neurocognitive perspective. *Nature Neuroscience*, 8(11), 1458-1463.
- *Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1-3), 7-15.

- *Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 56*(6), 893.
- *Beck, A. T., Steer, R. A., Ball, R., & Ranieri, W. F. (1996). Comparison of Beck Depression Inventories-IA and-II in psychiatric outpatients. *Journal of personality assessment, 67*(3), 588-597.
- *Bellebaum, C., Polezzi, D., & Daum, I. (2010). It is less than you expected: the feedback-related negativity reflects violations of reward magnitude expectations. *Neuropsychologia, 48*(11), 3343-3350.
- *Benikos, N., Johnstone, S. J., & Roodenrys, S. J. (2013). Varying task difficulty in the Go/Nogo task: The effects of inhibitory control, arousal, and perceived effort on ERP components. *International Journal of Psychophysiology, 87*(3), 262-272.
- Bevilacqua, L., & Goldman, D. (2013). Genetics of impulsive behavior. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 368*(1615), 20120380.
- *Bickel, W. K., Koffarnus, M. N., Moody, L., & Wilson, A. G. (2014). The behavioral- and neuro-economic process of temporal discounting: A candidate behavioral marker of addiction. *Neuropharmacology, 76*, 518-527.
- * Bickel, W. K., Yi, R., Landes, R. D., Hill, P. F., & Baxter, C. (2011). Remember the future: working memory training decreases delay discounting among stimulant addicts. *Biological psychiatry, 69*(3), 260-265.
- Billieux, J., Stein, D. J., Castro-Calvo, J., Higushi, S., & King, D. L. (2021). Rationale for and usefulness of the inclusion of gaming disorder in the ICD-11. *World Psychiatry, 20*(2), 198.
- Blinka, L., Škařupová, K., & Mitterova, K. (2016). Dysfunctional impulsivity in online gaming addiction and engagement. *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace, 10*(3).
- *Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. (2001). Evaluating the demand for control: Anterior cingulate cortex and conflict monitoring. *Psychological Review, 108*, 624-652.

Brand, M., Young, K. S., Laier, C., Wölfling, K., & Potenza, M. N. (2016). Integrating psychological and neurobiological considerations regarding the development and maintenance of specific internet–use disorders: An interaction of person–affect–cognition–execution (I–PACE) model. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71, 252-266.

Brevet-Aeby, C., Brunelin, J., Iceta, S., Padovan, C., & Poulet, E. (2016). Prefrontal cortex and impulsivity: Interest of noninvasive brain stimulation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71, 112-134.

*Cao, F., Su, L., Liu, T., & Gao, X. (2007). The relationship between impulsivity and Internet addiction in a sample of Chinese adolescents. *European Psychiatry*, 22(7), 466-471.

*Cardinal, R. N., Pennicott, D. R., Sugathapala, C. L., Robbins, T. W., & Everitt, B. J. (2001). Impulsive choice induced in rats by lesions of the nucleus accumbens core. *Science*, 292, 2499-2501.

*Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: the BIS/BAS scales. *Journal of personality and social psychology*, 67(2), 319.

Chamberlain, S. R., & Sahakian, B. J. (2007). The neuropsychiatry of impulsivity. *Current Opinion in Psychiatry*, 20(3), 255-261.

Checa, P., Castellanos, M. C., Abundis-Gutiérrez, A., & Rosario Rueda, M. (2014). Development of neural mechanisms of conflict and error processing during childhood: implications for self-regulation. *Frontiers in Psychology*, 5, 81635.

Chen, C. Y., Huang, M. F., Yen, J. Y., Chen, C. S., Liu, G. C., Yen, C. F., & Ko, C. H. (2015). Brain correlates of response inhibition in Internet gaming disorder. *Psychiatry and clinical neurosciences*, 69(4), 201-209.

Chen, J., Li, X., Zhang, Q., Zhou, Y., Wang, R., Tian, C., & Xiang, H. (2021). Impulsivity and response inhibition related brain networks in adolescents with internet gaming disorder: A preliminary study utilizing resting-state fMRI. *Frontiers in Psychiatry*, 11, 618319.

- *Cheng, J., Lu, Y., Han, X., Gonzalez-Vallejo, C., & Sui, N. (2012). Temporal discounting in heroin-dependent patients: No sign effect, weaker magnitude effect, and the relationship with inhibitory control. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 20(5), 400.
- Choi, S. W., Kim, H., Kim, G. Y., Jeon, Y., Park, S., Lee, J. Y., ... & Kim, D. J. (2014). Similarities and differences among Internet gaming disorder, gambling disorder and alcohol use disorder: A focus on impulsivity and compulsivity. *Journal of Behavioral Addictions*, 3(4), 246-253.
- *Christ, S. E., Kester, L. E., Bodner, K. E., & Miles, J. H. (2011). Evidence for selective inhibitory impairment in individuals with autism spectrum disorder. *Neuropsychology*, 25(6), 690.
- Crews, F. T., & Boettiger, C. A. (2009). Impulsivity, frontal lobes and risk for addiction. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 93(3), 237-247.
- Cross, C. P., Copping, L. T., & Campbell, A. (2011). Sex differences in impulsivity: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 137(1), 97-130.
- *Dalley, J. W., & Robbins, T. W. (2017). Fractionating impulsivity: Neuropsychiatric implications. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(3), 158-171.
- Dalley, J. W., Everitt, B. J., & Robbins, T. W. (2011). Impulsivity, compulsivity, and top-down cognitive control. *Neuron*, 69(4), 680-694.
- De Freitas, S., & Griffiths, M. (2007). Online gaming as an educational tool in learning and training. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 535-537.
- *DeVito, E. E., Worhunsky, P. D., Carroll, K. M., Rounsaville, B. J., Kober, H., & Potenza, M. N. (2012). A preliminary study of the neural effects of behavioral therapy for substance use disorders. *Drug and alcohol dependence*, 122(3), 228-235.
- Dickman, S. J. (1993). Impulsivity and information processing.

- Ding, W. N., Sun, J. H., Sun, Y. W., Chen, X., Zhou, Y., Zhuang, Z. G., ... & Du, Y. S. (2014). Trait impulsivity and impaired prefrontal impulse inhibition function in adolescents with internet gaming addiction revealed by a Go/No-Go fMRI study. *Behavioral and Brain Functions*, 10, 1-9.
- Dong, G., DeVito, E. E., Du, X., & Cui, Z. (2012). Impaired inhibitory control in 'internet addiction disorder': a functional magnetic resonance imaging study. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 203(2-3), 153-158.
- Dong, G., Lin, X., Zhou, H., & Lu, Q. (2014). Cognitive flexibility in internet addicts: fMRI evidence from difficult-to-easy and easy-to-difficult switching situations. *Addictive Behaviors*, 39(3), 677-683.
- *Dong, G., Lu, Q., Zhou, H., & Zhao, X. (2010). Impulse inhibition in people with Internet addiction disorder: electrophysiological evidence from a Go/NoGo study. *Neuroscience Letters*, 485(2), 138-142.
- *Drgonova, J., Walther, D., Hartstein, G. L., Bukhari, M. O., Baumann, M. H., Katz, J., ... & Uhl, G. R. (2016). Cadherin 13: human cis-regulation and selectively altered addiction phenotypes and cerebral cortical dopamine in knockout mice. *Molecular Medicine*, 22, 537-547.
- Du, X., Liu, L., Yang, Y., Qi, X., Gao, P., Zhang, Y., ... & Zhang, Q. (2017). Diffusion tensor imaging of the structural integrity of white matter correlates with impulsivity in adolescents with internet gaming disorder. *Brain and Behavior*, 7(8), e00753.
- Du, X., Qi, X., Yang, Y., Du, G., Gao, P., Zhang, Y., ... & Zhang, Q. (2016). Altered structural correlates of impulsivity in adolescents with internet gaming disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 4.
- Du, Y. S., Jiang, W., & Vance, A. (2010). Longer term effect of randomized, controlled group cognitive behavioural therapy for Internet addiction in adolescent students in Shanghai. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 44(2), 129-134.
- *Enright, S. J., & Beech, A. R. (1993). Reduced cognitive inhibition in obsessive compulsive disorder. *British Journal of Clinical Psychology*, 32(1), 67-74.

- *Estle, S. J., Green, L., Myerson, J., & Holt, D. D. (2006). Differential effects of amount on temporal and probability discounting of gains and losses. *Memory & Cognition*, 34(4), 914-928.
- Evenden, J. L. (1999). Varieties of impulsivity. *Psychopharmacology*, 146(4), 348-361.
- Eysenck, S., & Zuckerman, M. (1978). The relationship between sensation-seeking and Eysenck's dimensions of personality. *British journal of psychology*, 69(4), 483-487.
- Fam, J. Y. (2018). Prevalence of internet gaming disorder in adolescents: A meta-analysis across three decades. *Scandinavian journal of psychology*, 59(5), 524-531.
- Feng, W., Ramo, D.E., Chan, S.R., & Bourgeois, J.A. (2017). Internet gaming disorder: Trends in prevalence 1998–2016. *Addictive Behaviors*, 75, 17-24.
- Festl, R., Scharkow, M., & Quandt, T. (2013). Problematic computer game use among adolescents, younger and older adults. *Addiction*, 108(3), 592-599.
- *Gehring, W. J., & Willoughby, A. R. (2002). The medial frontal cortex and the rapid processing of monetary gains and losses. *Science*, 295(5563), 2279-2282.
- Gentile, D. (2009). Pathological video-game use among youth ages 8 to 18: A national study. *Psychological science*, 20(5), 594-602.
- Gentile, D. A., Bailey, K., Bavelier, D., Brockmyer, J. F., Cash, H., Coyne, S. M., ... & Young, K. (2017). Internet gaming disorder in children and adolescents. *Pediatrics*, 140(Supplement_2), S81-S85.
- Gentile, D. A., Choo, H., Liau, A., Sim, T., Li, D., Fung, D., & Khoo, A. (2011). Pathological video game use among youths: A two-year longitudinal study. *Pediatrics*, 127(2), e319-e329.
- *Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., ... & Thompson, P. M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8174-8179.
- Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. (2014). The benefits of playing video games. *American psychologist*, 69(1), 66.

Granö, N., Keltikangas-Järvinen, L. I. I. S. A., Kouvonen, A., Virtanen, M., Elovainio, M., Vahtera, J., & Kivimäki, M. (2007). Impulsivity as a predictor of newly diagnosed depression. *Scandinavian journal of psychology*, 48(2), 173-179.

*Green, L., & Myerson, J. (2004). A discounting framework for choice with delayed and probabilistic rewards. *Psychological Bulletin*, 130(5), 769-792.

*Griffiths, M. (2003). Internet gambling: Issues, concerns, and recommendations. *CyberPsychology & behavior*, 6(6), 557-568.

Haagsma, M. C., Pieterse, M. E., & Peters, O. (2012). The prevalence of problematic video gamers in the Netherlands. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 15(3), 162-168.

Hampshire, A., Chamberlain, S. R., Monti, M. M., Duncan, J., & Owen, A. M. (2010). The role of the right inferior frontal gyrus: inhibition and attentional control. *Neuroimage*, 50(3), 1313-1319.

Han, J., Seo, Y., Hwang, H., Kim, S. M., & Han, D. H. (2020). Efficacy of cognitive behavioural therapy for internet gaming disorder. *Clinical psychology & psychotherapy*, 27(2), 203-213.

*Hariri, A. R., Brown, S. M., Williamson, D. E., Flory, J. D., De Wit, H., & Manuck, S. B. (2006). Preference for immediate over delayed rewards is associated with magnitude of ventral striatal activity. *Journal of Neuroscience*, 26(51), 13213-13217.

He, W., Qi, A., Wang, Q., Wu, H., Zhang, Z., Gu, R., & Luo, W. (2017). Abnormal reward and punishment sensitivity associated with Internet addicts. *Computers in human behavior*, 75, 678-683.

*Henry, C., Mitropoulou, V., New, A. S., Koenigsberg, H. W., Silverman, J., & Siever, L. J. (2001). Affective instability and impulsivity in borderline personality and bipolar II disorders: Similarities and differences. *Journal of Psychiatric Research*, 35(6), 307-312.

Hinvest, N. S., & Anderson, I. M. (2010). The effects of real versus hypothetical reward on delay and probability discounting. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(6), 1072-1084.

*Holt, D. D., Green, L., & Myerson, J. (2003). Is discounting impulsive? Evidence from temporal and probability discounting in gambling and non-gambling college students. *Behavioural Processes*, 64(3), 355-367.

Hu, J., Zhen, S., Yu, C., Zhang, Q., & Zhang, W. (2017). Sensation seeking and online gaming addiction in adolescents: A moderated mediation model of positive affective associations and impulsivity. *Frontiers in Psychology*, 8, 699.

*Huster, R. J., Enriquez-Geppert, S., Lavallee, C. F., Falkenstein, M., & Herrmann, C. S. (2013). Electroencephalography of response inhibition tasks: functional networks and cognitive contributions. *International journal of psychophysiology*, 87(3), 217-233.

Hyun, G. J., Han, D. H., Lee, Y. S., Kang, K. D., Yoo, S. K., Chung, U. S., & Renshaw, P. F. (2015). Risk factors associated with online game addiction: A hierarchical model. *Computers in human behavior*, 48, 706-713.

*Inozemtseva, O., Pérez-Solís, L., Matute, E., & Juárez, J. (2016). Differential improvement of executive functions during abstinence in cocaine-dependent patients: a longitudinal study. *Substance use & misuse*, 51(11), 1428-1440.

Jo, Y. S., Bhang, S. Y., Choi, J. S., Lee, H. K., Lee, S. Y., & Kweon, Y. S. (2019). Clinical characteristics of diagnosis for internet gaming disorder: comparison of DSM-5 IGD and ICD-11 GD diagnosis. *Journal of clinical medicine*, 8(7), 945.

Joormann, J., Yoon, K. L., & Zetsche, U. (2007). Cognitive inhibition in depression. *Applied and preventive psychology*, 12(3), 128-139.

Jung, H. Y., Jung, S., Bang, M., Choi, T. K., Park, C. I., & Lee, S. H. (2022). White matter correlates of impulsivity in frontal lobe and their associations with treatment response in first-episode schizophrenia. *Neuroscience Letters*, 767.

*Kagan, J. (1966). Reflection impulsivity: The generality and dynamics of conceptual tempo. *Journal of Abnormal Psychology*, 71, 17-24.

*Kamarajan, C., Porjesz, B., Jones, K. A., Choi, K., Chorlian, D. B., Padmanabhapillai, A., ... & Begleiter, H. (2005). Alcoholism is a disinhibitory disorder: neurophysiological evidence from a Go/No-Go task. *Biological psychology*, 69(3), 353-373.

- *Keepers, G. A. (1990). Pathological preoccupation with video games. *Journal of the American academy of child & adolescent psychiatry*, 29(1), 49-50.
- *Kiehl, K. A., Liddle, P. F., & Hopfinger, J. B. (2000). Error processing and the rostral anterior cingulate: An event-related fMRI study. *Psychophysiology*, 37, 216-223.
- King, D. L., & Delfabbro, P. H. (2014). The cognitive psychology of Internet gaming disorder. *Clinical psychology review*, 34(4), 298-308.
- *King, D. L., Delfabbro, P. H., Kaptsis, D., & Zwaans, T. (2014). Adolescent simulated gambling via digital and social media: An emerging problem. *Computers in Human Behavior*, 31, 305-313.
- King, D. L., & Delfabbro, P. H. (2016). The cognitive psychopathology of Internet gaming disorder in adolescence. *Journal of abnormal child psychology*, 44, 1635-1645.
- Király, O., Griffiths, M.D., & Demetrovics, Z. (2015). Internet Gaming Disorder and DSM-5: Conceptualization, debates, and controversies. *Curr Addict Rep*, 2, 254–262.
- Király, O., Nagygyörgy, K., Griffiths, M. D., & Demetrovics, Z. (2014). Problematic online gaming. In *Behavioral addictions* (pp. 61-97). Academic Press.
- Ko, C. H., Liu, G. C., Yen, J. Y., Chen, C. Y., Yen, C. F., & Chen, C. S. (2013). Brain correlates of craving for online gaming under cue exposure in subjects with Internet gaming addiction and in remitted subjects. *Addiction biology*, 18(3), 559-569.
- Kühn, S., & Gallinat, J. (2015). Brains online: structural and functional correlates of habitual Internet use. *Addiction biology*, 20(2), 415-422.
- Kuss, D. J. (2013). Internet gaming addiction: current perspectives. *Psychology research and behavior management*, 125-137.
- Kuss, D.J., & Griffiths, M.D. (2012). Internet gaming addiction: A systematic review of empirical research. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 10, 278-296.
- *Ladouceur, R., Boisvert, J. M., & Dumont, J. (1994). Cognitive-behavioral treatment for adolescent pathological gamblers. *Behavior Modification*, 18(2), 230-242.

- Lee, Y. S., Son, J. H., Park, J. H., Kim, S. M., Kee, B. S., & Han, D. H. (2017). The comparison of temperament and character between patients with internet gaming disorder and those with alcohol dependence. *Journal of Mental Health*, 26(3), 242-247.
- *Lejuez, C. W., Read, J. P., Kahler, C. W., Richards, J. B., Ramsey, S. E., Stuart, G. L., ... & Brown, R. A. (2002). Evaluation of a behavioral measure of risk taking: The Balloon Analogue Risk Task (BART). *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8(2), 75.
- Lemmens, J. S., Valkenburg, P. M., & Gentile, D. A. (2015). The internet gaming disorder scale. *Psychological assessment*, 27(2), 567.
- Li, Q., Wang, Y., Yang, Z., Dai, W., Zheng, Y., Sun, Y., & Liu, X. (2020). Dysfunctional cognitive control and reward processing in adolescents with Internet gaming disorder. *Psychophysiology*, 57(2), e13469.
- *Li, X., Phillips, M. R., Xu, D., Zhang, Y., Yang, S., Tong, Y., et al. (2011). Reliability and validity of an adapted Chinese version of Barratt impulsiveness Scale. *Chinese Mental Health Journal*, 25(8), 610-615
- Liau, A. K., Neo, E. C., Gentile, D. A., Choo, H., Sim, T., Li, D., & Khoo, A. (2015). Impulsivity, self-regulation, and pathological video gaming among youth: Testing a mediation model. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 27(2), NP2188-NP2196.
- Lin, X., Zhou, H., Dong, G., & Du, X. (2015). Impaired risk evaluation in people with internet gaming disorder: fMRI evidence from a probability discounting task. *Progress in Neuro-psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 56, 142-148.
- Littel, M., Van den Berg, I., Luijten, M., van Rooij, A. J., Keemink, L., & Franken, I. H. (2012). Error processing and response inhibition in excessive computer game players: An event-related potential study. *Addiction biology*, 17(5), 934-947.
- *Loewenstein, G., & Prelec, D. (1992). Anomalies in intertemporal choice: Evidence and an interpretation. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 573-597.
- *Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A users' guide to the stop signal paradigm.

*Logan, G. D., Cowan, W. B., & Davis, K. A. (1984). On the ability to inhibit simple and choice reaction time responses: A model and a method. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(2), 276.

*Logan, G. D., Schachar, R. J., & Tannock, R. (1997). Impulsivity and inhibitory control. *Psychological Science*, 8(1), 60-64.

Ly, C., Wang, Q., Chen, C., Xue, G., & He, Q. (2021). Activation patterns of the dorsal medial prefrontal cortex and frontal pole predict individual differences in decision impulsivity. *Brain Imaging and Behavior*, 15, 421-429.

MacKillop, J., Amlung, M. T., Few, L. R., Ray, L. A., Sweet, L. H., & Munaf_0, M. R. (2011). Delayed reward discounting and addictive behavior: A meta-analysis. *Psychopharmacology*, 216(3), 305-321.

McClure, S. M., & Bickel, W. K. (2014). A dual-systems perspective on addiction: Contributions from neuroimaging and cognitive training. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1327(1), 62-78.

*Menon, V., Adleman, N. E., White, C. D., Glover, G. H., & Reiss, A. L. (2001). Error-related brain activation during a Go/NoGo response inhibition task. *Human brain mapping*, 12(3), 131-143.

Mentzoni, R. A., Brunborg, G. S., Molde, H., Myrseth, H., Skouverøe, K. J., Hetland, J., & Pallesen, S. (2011). Problematic video game use: Estimated prevalence and associations with mental and physical health. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(10), 591-596.

Metcalf, O., & Pammer, K. (2014). Impulsivity and related neuropsychological features in regular and addictive first person shooter gaming. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17(3), 147-152.

Milani, L., La Torre, G., Fiore, M., et al. (2018). Internet gaming addiction in adolescence: Risk factors and maladjustment correlates. *Int J Ment Health Addiction*, 16, 888-904.

- *Moeller, F. G., Barratt, E. S., Dougherty, D. M., Schmitz, J. M., & Swann, A. C. (2001). Psychiatric aspects of impulsivity. *American Journal of Psychiatry*, 158(11), 1783-1793.
- Müller, K.W., Janikian, M., Dreier, M., et al. (2015). Regular Gaming Behavior and Internet Gaming Disorder in European Adolescents: Results of a Cross-National Representative Survey on Prevalence, Predictors, and Psychopathological Correlates. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 24, 565-574.
- *Myerson, J., Green, L., & Warusawitharana, M. (2001). Area under the curve as a measure of discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 76(2), 235-243.
- Niv, S., Tuvblad, C., Raine, A., Wang, P., & Baker, L. A. (2012). Heritability and longitudinal stability of impulsivity in adolescence. *Behavior Genetics*, 42(3), 378-392.
- Nuyens, F., Deleuze, J., Maurage, P., Griffiths, M. D., Kuss, D. J., & Billieux, J. (2016). Impulsivity in multiplayer online battle arena gamers: Preliminary results on experimental and self-report measures. *Journal of Behavioral Addictions*, 5(2), 351-356.
- Parker, N. F., Cameron, C. M., Taliaferro, J. P., Lee, J., Choi, J. Y., Davidson, T. J., ... & Witten, I. B. (2016). Reward and choice encoding in terminals of midbrain dopamine neurons depends on striatal target. *Nature neuroscience*, 19(6), 845-854.
- *Patton, J. H., Stanford, M. S., & Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt impulsiveness scale. *Journal of clinical psychology*, 51(6), 768-774.
- Paulus, F. W., Ohmann, S., Von Gontard, A., & Popow, C. (2018). Internet gaming disorder in children and adolescents: A systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60(7), 645-659.
- Petry, N. M., & O'Brien, C. P. (2013). Internet gaming disorder and the DSM-5. *Addiction*, 108(7).
- Petry, N. M., Blanco, C., Stinchfield, R., & Volberg, R. (2013). An empirical evaluation of proposed changes for gambling diagnosis in the DSM-5. *Addiction*, 108(3), 575-581.

Petry, N. M., Rehbein, F., Gentile, D. A., Lemmens, J. S., Rumpf, H. J., Mößle, T., ... & O'Brien, C. P. (2014). An international consensus for assessing internet gaming disorder using the new DSM-5 approach. *Addiction*, 109(9), 1399-1406.

Petry, N. M., Rehbein, F., Ko, C. H., & O'Brien, C. P. (2015). Internet gaming disorder in the DSM-5. *Current psychiatry reports*, 17, 1-9.

*Potenza, M. N., Leung, H. C., Blumberg, H. P., Peterson, B. S., Fulbright, R. K., Lacadie, C. M., ... & Gore, J. C. (2003). An FMRI Stroop task study of ventromedial prefrontal cortical function in pathological gamblers. *American Journal of Psychiatry*, 160(11), 1990-1994.

Qi, X., Du, X., Yang, Y., Du, G., Gao, P., Zhang, Y., ... & Zhang, Q. (2015). Decreased modulation by the risk level on the brain activation during decision making in adolescents with internet gaming disorder. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 9, 296.

*Qiu, Y. W., Jiang, G. H., Ma, X. F., Su, H. H., Lv, X. F., & Zhuo, F. Z. (2017). Aberrant interhemispheric functional and structural connectivity in heroin-dependent individuals. *Addiction Biology*, 22(4), 1057-1067.

*Rachlin, H., Raineri, A., & Cross, D. (1991). Subjective probability and delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 55(2), 233-244.

Rehbein, F., Kliem, S., Baier, D., Mößle, T., & Petry, N. M. (2015). Prevalence of internet gaming disorder in German adolescents: Diagnostic contribution of the nine DSM-5 criteria in a state-wide representative sample. *Addiction*, 110(5), 842-851.

Rehbein, F., Psych, G., Kleimann, M., Mediasci, G., & Mößle, T. (2010). Prevalence and risk factors of video game dependency in adolescence: Results of a German nationwide survey. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 13(3), 269–277.

Reynolds, B. W., Basso, M. R., Miller, A. K., Whiteside, D. M., & Combs, D. (2019). Executive function, impulsivity, and risky behaviors in young adults. *Neuropsychology*, 33(2), 212–221.

Rideout, V. J., Foehr, U. G., & Roberts, D. F. (2010). Generation M 2: Media in the Lives of 8-to 18-Year-Olds. *Henry J. Kaiser Family Foundation*.

- *Ryan, R. M., Rigby, C. S., & Przybylski, A. (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation and Emotion*, 30, 344-360.
- Ryu, H., Lee, J. Y., Choi, A., Park, S., Kim, D. J., & Choi, J. S. (2018). The relationship between impulsivity and internet gaming disorder in young adults: Mediating effects of interpersonal relationships and depression. *International journal of environmental research and public health*, 15(3), 458.
- Şalvarlı, Ş. İ., & Griffiths, M. D. (2019). The association between internet gaming disorder and impulsivity: A systematic review of literature. *International journal of mental health and addiction*, 1-27.
- Savci, M., & Aysan, F. (2016). Relationship between impulsivity, social media usage and loneliness. *Educational Process: International Journal*, 5(2), 106.
- Schevernels, H., Krebs, R. M., Santens, P., Woldorff, M. G., & Boehler, C. N. (2014). Task preparation processes related to reward prediction precede those related to task-difficulty expectation. *NeuroImage*, 84, 639-647.
- *Schoenbaum, G., Roesch, M. R., & Stalnaker, T. A. (2006). Orbitofrontal cortex, decision-making and drug addiction. *Trends in neurosciences*, 29(2), 116-124.
- Shakra, M. A., Leyton, M., Moghnieh, H., Pruessner, J., Dagher, A., & Pihl, R. (2018). Neurobiological correlates and predictors of two distinct personality trait pathways to escalated alcohol use. *EBioMedicine*, 27, 86-93.
- Somerville, L. H., & Casey, B. J. (2010). Developmental neurobiology of cognitive control and motivational systems. *Current opinion in neurobiology*, 20(2), 236-241.
- *Spear, L. P. (2000). The adolescent brain and age-related behavioral manifestations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(4), 417-463.
- Stahl, C., Voss, A., Schmitz, F., Nuszbaum, M., Tüscher, O., Lieb, K., & Klauer, K. C. (2014). Behavioral components of impulsivity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(2), 850.

Staudinger, M. R., Erk, S., & Walter, H. (2011). Dorsolateral prefrontal cortex modulates striatal reward encoding during reappraisal of reward anticipation. *Cerebral cortex*, 21(11), 2578-2588.

*Subrahmanyam, K., Kraut, R. E., Greenfield, P. M., & Gross, E. F. (2000). The impact of home computer use on children's activities and development. *The Future of Children*, 123-144.

Sugaya, N., Shirasaka, T., Takahashi, K., et al. (2019). Bio-Psychosocial Factors of Children and Adolescents with Internet Gaming Disorder: A Systematic Review. *BioPsychoSocial Med*, 13, 3.

Swann, A. C., Steinberg, J. L., Lijffijt, M., & Moeller, F. G. (2008). Impulsivity: Differential relationship to depression and mania in bipolar disorder. *Journal of Affective Disorders*, 106, 241-248.

Tao, R., Huang, X. Q., Wang, J., Zhang, H., Zhang, Y., & Li, M. (2010). Proposed diagnostic criteria for internet addiction. *Addiction*, 105, 556-564.

Thayer, R. E., Ewing, S. W. F., Dodd, A. B., Hansen, N. S., Mayer, A. R., Ling, J. M., & Bryan, A. D. (2015). Functional activation during the Stroop is associated with recent alcohol but not marijuana use among high-risk youth. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 234(1), 130-136.

Thomas, N. J., & Martin, F. H. (2010). Video-arcade game, computer game and Internet activities of Australian students: Participation habits and prevalence of addiction. *Australian Journal of Psychology*, 62(2), 59-66.

Tian, M., Tao, R., Zheng, Y., Zhang, H., Yang, G., Li, Q., & Liu, X. (2018). Internet gaming disorder in adolescents is linked to delay discounting but not probability discounting. *Computers in Human Behavior*, 80, 59-66.

*Tomasi, D., & Volkow, N. D. (2013). Striatocortical pathway dysfunction in addiction and obesity: differences and similarities. *Critical reviews in biochemistry and molecular biology*, 48(1), 1-19.

- Tserkovnikova, N. G., Shchipanova, D. Y., Uskova, B. A., Puzyrev, V. V., & Fedotovskih, O. (2016). Psychological Aspects of Internet Addiction of Teenagers. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(16), 8846-8857.
- Van Rooij, A. J., Ferguson, C. J., Colder Carras, M., Kardefelt-Winther, D., Shi, J., Aarseth, E., ... & Przybylski, A. K. (2018). A weak scientific basis for gaming disorder: Let us err on the side of caution. *Journal of behavioral addictions*, 7(1), 1-9.
- Van Rooij, A.J., Schoenmakers, T.M., Van de Eijnden, R.J., & Van de Mheen, D. (2010). Compulsive internet use: The role of online gaming and other internet applications. *Journal of Adolescent Health*, 47 (1), 51-57.
- *Wallace, P. (2015). The psychology of the Internet. *Cambridge University Press*.
- Wang, Y., Hu, Y., Xu, J., Zhou, H., Lin, X., Du, X., & Dong, G. (2017). Dysfunctional prefrontal function is associated with impulsivity in people with internet gaming disorder during a delay discounting task. *Frontiers in Psychiatry*, 8, 302647.
- Wang, F. L., Pandika, D., Chassin, L., Lee, M., & King, K. (2016). Testing the relations among family disorganization, delay discounting, and adolescent alcohol use: a genetically informed study. *Alcoholism: clinical and experimental research*, 40(4), 846-856.
- Wang, Y., Wu, L., Wang, L., Zhang, Y., Du, X., & Dong, G. (2017). Impaired decision-making and impulse control in internet gaming addicts: Evidence from the comparison with recreational internet game users. *Addiction Biology*, 22(6), 1610-1621.
- * World Health Organization. (1992). *ICD-II*. Geneva, Switzerland: Author.
- *Xu, L., Liang, Z., Wang, K., Li, S., & Jiang, T. (2009). Neural mechanism of intertemporal choice: From discounting future gains to future losses. *Brain Research*, 1261(19), 65-74.
- Yao, Y. W., Chen, P. R., Chiang-shan, R. L., Hare, T. A., Li, S., Zhang, J. T., ... & Fang, X. Y. (2017). Combined reality therapy and mindfulness meditation decrease intertemporal decisional impulsivity in young adults with Internet gaming disorder. *Computers in Human Behavior*, 68, 210-216

Yau, Y. H., Potenza, M. N., Mayes, L. C., & Crowley, M. J. (2015). Blunted feedback processing during risk-taking in adolescents with features of problematic Internet use. *Addictive behaviors*, 45, 156-163.

Yin, J., Yuan, K., Feng, D., Cheng, J., Li, Y., Cai, C., ... & Tian, J. (2016). Inhibition control impairments in adolescent smokers: electrophysiological evidence from a Go/NoGo study. *Brain imaging and behavior*, 10, 497-505.

*Yip, S. W., Balodis, I. M., Carroll, K. M., Krishnan-Sarin, S., & Potenza, M. N. (2016). Intra-individual changes in Stroop-related activations linked to cigarette abstinence in adolescent tobacco smokers: Preliminary findings. *Drug and alcohol dependence*, 167, 182-189.

*Young, K. S. (1996). Psychology of computer use: XL. Addictive use of the Internet: a case that breaks the stereotype. *Psychological reports*, 79(3), 899-902.

Young, K. S. (1998). Internet addiction: The emergence of a new clinical disorder. *Cyberpsychology & Behavior*, 1, 237-244.

*Young, K. S. (1998). Caught in the net: How to recognize the signs of internet addiction--and a winning strategy for recovery. *John Wiley & Sons*.

Yu, D., Yuan, K., Bi, Y., Luo, L., Zhai, J., Liu, B., ... & Lu, X. (2018). Altered interhemispheric resting-state functional connectivity in young male smokers. *Addiction Biology*, 23(2), 772-780.

Yuan, K., Qin, W., Wang, G., Zeng, F., Zhao, L., Yang, X., ... & Tian, J. (2011). Microstructure abnormalities in adolescents with internet addiction disorder. *PloS one*, 6(6), e20708.

Yuan, K., Qin, W., Yu, D., Bi, Y., Xing, L., Jin, C., & Tian, J. (2016). Core brain networks interactions and cognitive control in internet gaming disorder individuals in late adolescence/early adulthood. *Brain Structure and Function*, 221, 1427-1442.

Yuan, K., Yu, D., Cai, C., Feng, D., Li, Y., Bi, Y., ... & Tian, J. (2017). Frontostriatal circuits, resting state functional connectivity and cognitive control in internet gaming disorder. *Addiction biology*, 22(3), 813-822.

* Zhou, L. (2006). Reliability and validity of Chinese version of Barratt Impulsiveness Scale-11. *Chinese Journal of Clinical Psychology, 14*(4), 343.

Zhu, J., Zhang, W., Yu, C., & Bao, Z. (2015). Early adolescent Internet game addiction in context: How parents, school, and peers impact youth. *Computers in Human Behavior, 50*, 159-168.

* = opere non direttamente consultate.