



**UNIVERSITÀ DELLA VALLE D'AOSTA
UNIVERSITÉ DE LA VALLÉE D'AOSTE**

DIPARTIMENTO DI SCIENZE UMANE E SOCIALI

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNICHE PSICOLOGICHE

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

TESI DI LAUREA

La dipendenza da Internet: correlati neurali, cause e trattamenti

DOCENTE 1° relatore:

Prof. Davide Alberto Brombin

STUDENTE:

20D03198 Gaia Blangero

Indice

Introduzione.....	1
--------------------------	----------

Capitolo 1. INTRODUZIONE ALLA DIPENDENZA DA INTERNET

1.1 Che cos'è la dipendenza?.....	3
1.2 Dipendenza da sostanza vs dipendenza comportamentale.....	5
1.3 La dipendenza da Internet (IAD).....	7

Capitolo 2. CORRELATI NEURALI ED ALTERAZIONI CEREBRALI DELLA IAD

2.1 I principali modelli computazionali.....	11
2.2 La ricerca del piacere e il sistema della ricompensa.....	14
2.3 Ulteriori circuiti e meccanismi cerebrali.....	16
2.3.1 Corteccia prefrontale (PFC).....	17
2.3.2 Corteccia cingolata anteriore (ACC).....	18
2.3.3 Insula.....	18
2.3.4 Ulteriori neurotrasmettitori.....	19
2.4 Effetti e conseguenze.....	20
2.4.1 Alterazioni strutturali.....	20
2.4.2 Alterazione dei processi cognitivi.....	21

Capitolo 3. ASPETTI EZIOLOGICI E VARIABILITA' INTRAINDIVIDUALE

3.1 Fattori di rischio individuali e ambientali.....	23
3.2 Fattori genetici.....	26

Capitolo 4. TRATTAMENTI

4.1 Trattamenti tradizionali.....	30
4.1.1 Psicoterapia.....	30
4.1.2 Sostegno farmacologico.....	32
4.1.3 Terapia familiare.....	32
4.1.4 Gruppi di auto-aiuto.....	32
4.1.5 Psicoterapia online.....	33
4.1.6 Interventi di prevenzione.....	33
4.2 Trattamenti innovativi e sperimentali.....	33
4.2.1 Stimolazione transcranica ripetitiva non invasiva (rTMS).....	34
4.2.2 Stimolazione transcranica a corrente continua non invasiva (tDCS).....	35
4.2.3 Neurofeedback.....	35
Conclusione.....	37

Bibliografia.....	39
--------------------------	-----------

Ringraziamenti

Introduzione

Il rapido sviluppo di Internet e degli strumenti tecnologici occorso negli ultimi decenni sta cambiando radicalmente il modo di vivere delle persone, in quanto questi dispositivi sono ad oggi parte integrante della quotidianità, della vita sociale, nonché professionale e scolastica.

Se da un lato il semplice e veloce accesso ad Internet ha facilitato la vita sotto molti punti di vista, basti pensare alla possibilità di contattare persone molto distanti o l'immediatezza con la quale ricercare informazioni; dall'altro questa facilità d'utilizzo e quest'ampia diffusione hanno indotto l'uomo a farne talvolta un utilizzo spropositato, fino a non poterne più fare a meno (Mihajlov M. and Vejmelka L., 2017).

Dalle attività che si svolgono in Internet può derivare soddisfazione e gratificazione, le quali possono indurre un utilizzo prolungato e compulsivo; ma, un impiego non corretto, esagerato o incontrollato può portare a diventarne dipendenti e ciò ha certamente alcune ripercussioni sulla vita della persona (Wong et al., 2015).

A tal riguardo, il manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali (DSM), nella sua ultima versione del 2013 (DSM-5), ha incluso la dipendenza da Internet, seppur solamente nella terza sezione sperimentale, in quanto richiede ulteriori studi affinché possa essere classificata come disturbo. Vengono inoltre descritti 5 sottotipi di tale dipendenza che verranno approfonditi nel primo capitolo (American Psychiatric Association, 2013).

Come riportato precedentemente, la dipendenza da Internet ha conseguenze ed effetti in molteplici ambiti della vita della persona, concernenti sicuramente la sfera del sociale ed il ramo psicologico, ma riguardanti anche aspetti neurali e cerebrali, come l'alterazione di alcuni meccanismi e circuiti (Pop-Jordanova N. and Loleska S., 2021). Nello specifico vi possono essere alcuni mutamenti dello spessore corticale, responsabili dell'alterazione delle funzioni di controllo dell'esecuzione, dell'immagine visiva, dell'attenzione e del recupero della memoria (Yuan et al., 2013). Si può inoltre andare incontro ad una diminuzione della densità della materia grigia che comporta conseguenze per il controllo cognitivo ed il processo decisionale (Zhou et al., 2011). La dipendenza da Internet può interferire anche con il flusso sanguigno, causando deficit nell'ambito dell'apprendimento e della memoria (Ko et al., 2014), o con il metabolismo, con conseguenti alterazioni nell'integrazione delle informazioni uditive e visive, nonché nella rappresentazione fisica (Kim et al., 2019).

Codeste modificazioni neurali e cerebrali possono protrarsi per breve periodo ma, talvolta, si tratta di effetti a lungo termine che hanno un importante impatto sull'esistenza e sulla percezione della realtà dell'individuo. Tuttavia, ad oggi, per la cura della dipendenza da

Internet, oltre al “tradizionale” intervento psicoterapeutico mirato, sono sperimentate ed iniziano ad essere utilizzate altre modalità di trattamento come la stimolazione invasiva o non invasiva, la quale consente di modulare l’attività della corteccia cerebrale e di determinare di conseguenza modificazioni nell’assetto strutturale e neurobiologico creando una rimodulazione cerebrale ed una variazione delle risposte comportamentali (Xu L. et al, 2022); tale questione verrà illustrata ed approfondita nel quarto capitolo.

Il ruolo delle aree e dei circuiti cerebrali implicati nella dipendenza da Internet è indagato tramite studi effettuati con differenti metodi di neurovisualizzazione, come la risonanza magnetica, dai quali è emerso come i sistemi e le strutture interessati siano in parte i medesimi di quelli coinvolti nella dipendenza da sostanza, nonostante si parli in un caso di un’attività comportamentale che non implica assunzione o ingerimento e nell’altro di un’*addiction* indotta dall’utilizzo di droghe o correlati.

Di conseguenza, come la dipendenza da sostanza, anche quella da Internet vede coinvolti alcuni circuiti neurali e meccanismi neurobiologici, responsabili del senso di gratificazione e piacere provato per il comportamento messo in atto; tra questi è certamente rilevante il ruolo del sistema dopaminergico, dunque il coinvolgimento del neurotrasmettitore dopamina e del suo recettore D2. Tale dipendenza sembra inoltre attivare sia il sistema nervoso autonomo (ANS) simpatico che parasimpatico, posti in una relazione di antagonismo, la quale contribuisce allo sviluppo ed al mantenimento della dipendenza stessa. Sono in aggiunta rilevanti anche il ruolo dell’asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA) coinvolto nella risposta allo stress e dei fattori neurotrofici implicati nella regolazione delle emozioni negative (Shanshan et al., 2020). Tali aspetti verranno approfonditi nel dettaglio nel secondo capitolo.

Le cause che inducono allo sviluppo della dipendenza da Internet sono molteplici e sicuramente multifattoriali: vanno prese in considerazione patologie o disturbi preesistenti, caratteristiche intrapersonali, fattori situazionali, sociali o culturali, etc. Inoltre, dagli studi effettuati negli ultimi anni è emerso come l’uso problematico di Internet possa essere correlato anche alla genetica: risulta infatti essere parzialmente ereditabile e sono stati evidenziati alcuni geni maggiormente associati a tale condizione (Li et al., 2014); suddetto tema verrà trattato all’interno del terzo capitolo.

L’obiettivo del presente elaborato è quello di fornire un quadro completo della dipendenza da Internet, ponendola in contrapposizione alla dipendenza da sostanza ed analizzandone i suoi molteplici aspetti, soffermando l’attenzione in maniera particolare sui correlati neurobiologici e sui fattori ad essi connessi.

CAPITOLO 1. Introduzione alla dipendenza da Internet

Questo elaborato è volto all'approfondimento della dipendenza da Internet in tutte le sue sfaccettature; tuttavia, per perseguire tale obiettivo è necessario un inquadramento generale preliminare, essenziale per la piena comprensione di tale fenomeno e di ciò che, in relazione ad esso, verrà successivamente esposto. Di conseguenza, nel siffatto capitolo verrà presentato il concetto generico di dipendenza, con le sue caratteristiche e differenti sottocategorie, fino a cogliere la specifica e precisa collocazione della dipendenza da Internet.

1.1 Che Cos'è la dipendenza?

La dipendenza patologica è descritta come l'utilizzo protratto nel tempo di sostanze o comportamenti che generano un mutamento nell'umore. È una condizione psichica e fisica di irrefrenabile necessità, caratterizzata da risposte comportamentali ed ulteriori reazioni, dovuta ad un forte desiderio, denominato *craving* in inglese o bramosia in italiano, e volta all'evitamento del malessere generato in caso di privazione (Angres D. H. and Bettinardi-Angres K., 2008) (Organizzazione Mondiale della Sanità, 2016).

L'origine storica della dipendenza è sicuramente remota, già 400 anni orsono esistevano sostanze in grado di indurre tale condizione: per questa ragione la definizione di codesto concetto è stata nel corso del tempo oggetto di numerosi dibattiti; sono state molte le visioni proposte nei vari secoli tramite cui hanno cercato di fornire una spiegazione del fenomeno.

Nel mondo neuroscientifico la convinzione di base è che la condotta di ricerca dell'oggetto di dipendenza sia il risultato diretto di alcuni cambiamenti fisiologici nel cervello; ciò implica la considerazione della dipendenza come il risultato di un processo non volontario. Il principale sostenitore di tale prospettiva, definita "Visione della dipendenza come malattia", è Alan Leshner (Leshner A. I. and Koob G. F., 1999).

Una seconda interpretazione, più antica, è conosciuta come "Visione della dipendenza quale forza di volontà" ed è la spiegazione proposta dagli ambiti psicologico e filosofico, secondo i quali alcuni lati del soggetto esprimono volontà di astensione, ma non a sufficienza da resistere al desiderio che incombe. Secondo tale inquadramento il dipendente perde il controllo sulle sue azioni rimanendo intrappolato in un continuo conflitto tra la resistenza alla tentazione e la sopraffazione del desiderio: si ha dunque una mancanza di autocontrollo. Fu sostenitore di tale visione già nel 1827 Lyman Beecher durante il Congresso Americano di quell'anno (Beecher L., 1827).

Tuttavia, ambedue le visioni portano con sé aspetti veritieri della dipendenza e, se ben analizzate, non sono nemmeno così incompatibili: sono infatti legate dall'idea comune che i comportamenti di dipendenza siano subordinati ad una non volontarietà.

Ciò nonostante, ci sono alcuni limiti in entrambe le interpretazioni.

Per quanto riguarda la visione della dipendenza come malattia l'ideologia di base è corretta, in quanto sicuramente i meccanismi neurobiologici ricoprono un ruolo fondamentale, ma si deve porre attenzione a non cadere nell'eccessiva semplificazione della realtà, ovvero, è esatto sostenere che la dipendenza alteri i sistemi neurali e modifichi le strutture cerebrali, ma si deve sempre tenere a mente e riconoscere che tutte le condotte volte al piacere intervengono sull'encefalo, per di più mediante i medesimi meccanismi. Conseguentemente non si può considerare l'aspetto neurobiologico come unico ed esclusivo fattore scatenante. È interessante come queste rivelazioni abbiano indotto nel tempo allo studio e all'approfondimento della dipendenza su più fronti, non solamente nell'ambito delle droghe e delle sostanze chimiche, come avveniva inizialmente, ma anche dei comportamenti, tanto che ad oggi non si parla solo più di dipendenza da sostanza ma anche di dipendenza comportamentale (Foddy B. and Savulescu J., 2010).

La visione della dipendenza come forza di volontà, invece, pare tenere in considerazione solo un lato della medaglia: assume per vero che la persona manchi sempre di autocontrollo, ma, tuttavia, è dimostrato come possano esserci dipendenti che mantengono tale condotta volontariamente, proprio per sostenere i loro desideri e ciò implica certamente una forma di controllo; questo significa, inoltre, che il desiderio non determina automaticamente l'azione (Frankfurt H., 1971).

È stata proposta un'ulteriore interpretazione: "La visione laica" secondo la quale i soggetti dipendenti sono inquadrati come edonisti sfrenati. È una concezione meno conosciuta e non discussa nell'ambito della letteratura riguardante la dipendenza perché apre a poche prospettive di ricerca, prevenzione e cura; ciò nonostante, è una spiegazione vicina alla realtà dei fatti, seppur estremamente riduzionista.

Da tali considerazioni ne conviene come la dipendenza sia da considerarsi di natura multifattoriale e di come, conseguentemente, la sua definizione e la sua sfera di interesse non possano essere limitati alla presa in considerazione di un solo ambito. La visione che tenta di racchiudere tutte queste interpretazioni è definita ad oggi "Liberale" (Foddy B. and Savulescu J., 2010).

Inoltre, quando si fa riferimento alla dipendenza, la si deve considerare come un processo, che è possibile che si verifichi per alcuni individui ma non per altri, per ragioni legate soprattutto alla presenza di differenze individuali.

In aggiunta, è buona cosa tenere a mente che l'organismo è in grado di generare tolleranza, cioè una capacità di adattamento volta alla diminuzione dell'effetto dell'oggetto di dipendenza; all'aumentare di quest'ultima, l'assuefazione sarà sempre più intensa, in quanto crescerà la necessità psichica e fisica, inducendo così all'assunzione di quantità maggiori o a sostenere più frequentemente la condotta, affinché gli effetti piacevoli rimangano inalterati. In contrapposizione, l'improvvisa interruzione di assunzione della sostanza o di messa in atto della condotta, induce una condizione denominata astinenza, che comporta un notevole disagio fisiologico e/o psicologico (Sussman S. and Sussman A. N., 2011).

1.2 Dipendenza da sostanza vs dipendenza comportamentale

Per molti anni il concetto di dipendenza è stato associato alla tossicodipendenza, ovvero alla cosiddetta dipendenza da sostanza; tuttavia, non è l'unica forma attualmente riconosciuta. Ad oggi trovano collocazione nel mondo della ricerca e della letteratura scientifica anche le “*new addiction*”, forse meglio conosciute come dipendenze comportamentali. Gli specialisti della scienza del comportamento hanno infatti dimostrato come non solo le droghe e le sostanze chimiche siano in grado di generare dipendenza, ma di come possa indurla anche una qualunque fonte stimolante per l'individuo, ad esempio alcuni comportamenti (Alavi S. S. et al., 2012). Già nel 1945, Fenichel, per primo, sostenne che meccanismi, circuiti e sintomi correlati alle bramosie patologiche possano presentarsi anche in assenza di droga, quindi in assenza delle complicanze derivanti dagli effetti chimici delle sostanze (Fenichel O., 1951). Successivamente, nel 1954, Von Gebsattel fu il primo sostenitore dell'esistenza della dipendenza non correlata all'utilizzo di sostanze psicotrope (Wiesbeck G. A. and Taschner K. L., 1993).

La concezione di dipendenza comportamentale venne però resa celebre solo negli anni successivi da Stanton Peele (Peele S. and Brodsky A., 1979), psicologo e psicoterapeuta autore di molteplici libri ed articoli riguardanti la dipendenza ed i suoi correlati. Sulla base della sua ideologia, che suscitò notevole interesse, numerosi esperti hanno approfondito l'argomento, concependo l'attuale concezione di dipendenza. Rilevante è stata nel 1990 la pubblicazione di Goodman relativa ai criteri per la dipendenza comportamentale (Goodman A., 1990), ma fu significativo soprattutto il volume redatto da Griffiths nel 1996, secondo il quale la dipendenza ha un'origine bio-psico-sociale ed è necessaria la soddisfazione di 6 elementi per definire come tale una condotta, nello specifico:

1. Salienza (un normale comportamento acquisisce eccessiva rilevanza e pervade totalmente il pensiero della persona).
2. Alterazione dell'umore.
3. Tolleranza.
4. Sintomi di astinenza se il comportamento viene interrotto.
5. Conflitto (sia intrapsichico che interpersonale).
6. Ricaduta.

(Griffiths M., 1996).

Queste, congiuntamente ad ulteriori pubblicazioni, hanno contribuito alla legittimazione delle “*new addiction*” nella categoria della dipendenza, inizialmente preclusa al comportamento e riservata solamente alle sostanze. Infatti, per quanto la messa in atto di una condotta e l'assunzione di sostanze siano differenti, rientrano ambedue nel medesimo raggruppamento, scelta giustificata dalla presenza di alcuni elementi comuni. Innanzitutto, è stato dimostrato come alla base dello sviluppo e del mantenimento di entrambe le dipendenze ci siano parzialmente i medesimi meccanismi e circuiti neurali (Grant J. E. et al., 2014). Inoltre, i sintomi e le conseguenze sono in una certa misura sovrapponibili (Young K. S. and Rogers R. C., 1998). In aggiunta, sono presenti in tutti e due i casi un forte desiderio (*craving*), la percezione di perdita di controllo, la compulsività, il piacere e la persistenza malgrado la consapevolezza delle ripercussioni negative.

Tuttavia, per quanto rientrino entrambe nella categoria dipendenza, presentano certamente delle differenze significative che giustificano la suddivisione in dipendenza da sostanza e comportamentale: in primo luogo, l'oggetto di riferimento è differente; in secondo luogo, i segni fisici che insorgono nella tossicodipendenza non si palesano nell'altra circostanza (Davis R.A., 2001).

Quando si fa riferimento alle “*new addiction*” non si allude ad un'unica tipologia di condotta, ma a molteplici modalità di azione che possono divenire patologiche se compulsive. Tra le dipendenze comportamentali rientrano dunque: la dipendenza dal gioco d'azzardo, da Internet, dai rapporti sessuali, dalla pornografia, dallo shopping, dai videogiochi, dai social network, dal cellulare, computer o televisione, dal lavoro, dall'esercizio fisico, la dipendenza affettiva, etc... Per quanto sia ormai da alcuni decenni che si contempla l'esistenza delle dipendenze comportamentali, il riconoscimento da parte della dottrina psichiatrica è piuttosto recente, tanto che sono state inquadrate in tale ambito solamente dalla quinta edizione del Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali (DSM-5), pubblicata nel 2013. Solo da codesta versione e successiva (DSM-5-TR), nel capitolo “Disturbi correlati a sostanze e Disturbi da

addiction”, oltre alle 10 classi dei “Disturbi connessi alla sostanza” è presente la categoria “Disturbi non correlati a sostanze”. In quest’ultima è collocato il disturbo da gioco d’azzardo; tuttavia, una grande novità è stata l’introduzione nel manuale del disturbo da gioco su Internet (disturbo da dipendenza patologica da Internet) nella sezione III, all’interno delle condizioni che necessitano di ulteriori studi (American Psychiatric Association, 2013) (American Psychiatric Association, 2022).

Il disturbo da dipendenza patologica di Internet, ad oggi, non è presente solo nel DSM-5, ma affronta e prende in considerazione il tema anche la Classificazione Statistica Internazionale delle Malattie e dei Problemi Sanitari Correlati (ICD), a partire dall’undicesima revisione (ICD-11) presentata nel 2019 ed entrata in vigore il 1° gennaio 2022. Attualmente, tale edizione non è ancora stata tradotta in italiano, dunque, si utilizza come riferimento il l’ICD-10; tuttavia, si è a conoscenza delle modifiche apportate nella successiva versione. Nel capitolo 6 dell’ICD-11 denominato “Disturbi mentali, comportamentali o del neurosviluppo” trovano spazio sia per i disturbi correlati all’uso di sostanze sia le dipendenze comportamentali. In quest’ultimo è collocato il disturbo da gioco d’azzardo (già presente nell’ICD-10) ed è stato inserito il disturbo da gioco online, novità di questa edizione (Organizzazione Mondiale della Sanità, 2016) (World Health Organization, 2019).

Un’innovazione che emerge è l’introduzione di un disturbo correlato all’utilizzo di Internet; si tratta di un inserimento recente in quanto la nascita di Internet stesso è una realtà contemporanea, che ha però visto la sua diffusione in maniera rapida e radicata, complice anche il progresso tecnologico. Nonostante la giovane età, Internet ha ormai parte della vita delle persone, talvolta addirittura in maniera esagerata, al punto da indurre lo sviluppo di una vera e propria dipendenza, definita: dipendenza da Internet (Internet Addiction Disorder, IAD).

1.3 La dipendenza da Internet (IAD)

L’*Internet Addiction Disorder* (IAD) sta riscuotendo sempre maggiore considerazione da parte della comunità scientifica. Questo crescente interesse è dovuto alla rapida espansione ed all’ampio sviluppo dei dispositivi tecnologici e dell’utilizzo di Internet, avvenuto negli ultimi decenni. Tale innovazione ha comportato un rimodellamento della vita delle persone, le quali hanno integrato sempre più questi strumenti nella loro quotidianità. La dimostrazione di questa rapida crescita è sostenuta dai dati: nel 1995 solamente circa l’1% della popolazione mondiale possedeva una connessione alla rete, ad oggi gli utenti sono aumentati di oltre 10 volte, tanto che più del 60% dei cittadini detiene il collegamento ad Internet (Internet Live Stats) (Hootsuite and We Are Social, 2022). Questa larga diffusione, ma soprattutto la facilità di utilizzo, agevolano e migliorano la vita sotto molteplici punti di vista e in vari ambiti. Tuttavia, talvolta,

favoriscono ed invogliano i consumatori a farne un impiego spropositato o non corretto; sono questi i fattori chiave della dipendenza da Internet (Turel O. and Serenko A., 2010), fenomeno clinico in rapida crescita (Saville B. K. et al. 2010).

Il termine *Internet Addiction* è stato proposto per la prima volta da Ivan Goldberg nel 1995, il quale suggerì l'utilizzo di tale locuzione per indicare la condizione di coloro che riscontrano problematiche in seguito all'utilizzo di Internet. Egli propose, in maniera provocatoria ed ironica, di introdurre codesta sindrome nel DSM; tuttavia, nonostante il suo suggerimento fosse sarcastico, negli anni è stata realmente seguita tale direzione (Goldberg I., 1995) (Cinti M. E., 2004).

Fu, l'anno seguente, la psichiatra e ricercatrice dell'Università di Pittsburgh, Kimberly Young, a definire la dipendenza da Internet in un'accezione simile a quella odierna. Avvenne di conseguenza, nel 1996, il primo riconoscimento ufficiale della IAD, in seguito alla presentazione, da parte della psichiatra, dei relativi criteri diagnostici, tra questi: tolleranza, astinenza, craving, ritiro e compulsività.

La Young elaborò un modello definito "ACE", acronimo di:

- Accessibilità: data dall'ampia diffusione dei dispositivi tecnologici e dalla semplicità di utilizzo di Internet.
- Controllo: siccome le attività in rete garantiscono un maggiore senso di controllo rispetto a quello esercitabile nella vita reale.
- Eccitazione: consiste nel forte desiderio e senso di piacere generato dall'attività svolta.

Questi 3 termini sono, secondo la ricercatrice canadese, i concetti necessari a spiegare quei comportamenti relativi alla IAD (Young K. S., 1996).

Un ulteriore modello fu quello di Richard Davis, presentato nel 1999; secondo il quale l'utilizzo patologico di Internet (PIU) possa essere specifico (SPIU), nel caso in cui la dipendenza riguardi una determinata funzione, o generalizzato (GPIU), quando l'impiego di Internet è volto soprattutto alla ricerca di contatti sociali e relazioni. Questo modello è di tipo cognitivo-comportamentale, secondo cui il PIU è un comportamento anomalo conseguenza di cognizioni disfunzionali sostenute da condotte che ampliano o conservano la risposta disadattiva (Davis R. A., 2001).

La dipendenza da Internet si può manifestare in differenti forme a seconda del tipo di attività che viene svolta in rete; la prima classificazione è stata proposta nuovamente dalla Young nel 1999, seguita da quella di Cantelmi l'anno seguente, in realtà coincidente con quella della ricercatrice canadese. Attualmente, tale catalogazione è ancora considerata il punto di riferimento e propone 5 tipologie di IAD:

1. *Cyberrelational Addiction* (dipendenza da relazioni virtuali), che consiste nella tendenza ad instaurare legami di varia natura (es. amoroso, di amicizia, etc.) con persone conosciute in rete.
2. *Information Overload* (sovraccarico cognitivo), cioè un'eccedente ricerca di informazioni su Internet.
3. *Cybersexual Addiction* (dipendenza dal sesso virtuale), che si delinea in un utilizzo spropositato di siti destinati alla pornografia e al sesso virtuale.
4. *Computer Addiction* (dipendenza da videogiochi), ovvero un eccessivo coinvolgimento nei giochi virtuali.
5. *Net Compulsion*, consistente in un'esagerata implicazione ed in un comportamento compulsivo nei confronti di differenti attività, tra queste il gioco d'azzardo, lo shopping compulsivo, i giochi di ruolo, il commercio in rete, la partecipazione ad aste online, etc.

(Young K. S., 1999) (Cantelmi T. et al., 2000).

Sempre nel medesimo anno, lo stesso Cantelmi, delineò 3 fasi della dipendenza da Internet: il primo stadio l'ha definito "*E-mail*" (ingresso nella rete), ovvero l'iniziale approccio al mondo del web, in cui non si è ancora in una condizione di dipendenza; la successiva fase l'ha invece denominata "Area Tossicofilica" (uso della rete), contraddistinta da passaggi transitori da un sito al suo successivo, situazione in cui il tempo passato su Internet è decisamente maggiore rispetto alla precedente fase ed in cui ci si sta avviando sulla strada della IAD; infine, l'ultimo scalino proposto da Cantelmi è intitolato "Fase Tossicomantica" (dipendenza dalla rete), vale a dire una condizione di dipendenza che comporta risonanze negative sulla vita dell'individuo, in ambiti quali quello relazionale, sociale, lavorativo, scolastico, etc. (Cantelmi T. et al., 2000). Come emerge, sono questi due ricercatori, Young e Cantelmi, a cui si deve gran parte delle nozioni e degli strumenti che sussistono oggi in relazione alla dipendenza da Internet; infatti, anche due tra i principali questionari utili per effettuare la diagnosi, sono stati brevettati da quest'ultimi. La Young ha ideato l' "*Internet Addiction Test*" (IAT), una scala a 20 componenti atta a quantificare l'eventuale presenza e gravità della IAD; le risposte vengono date su una scala Likert a cinque punti e sulla base di esse la condotta può essere categorizzata in quattro differenti sezioni: assenza di dipendenza, lievi segnali di dipendenza, moderate indicazioni di dipendenza e grave comportamento di dipendenza (Young K. S., 1998).

Anche Cantelmi, unitamente a Del Miglio e a Del Gamba, nel 2001, ha congegnato uno strumento di indagine psicodiagnostico denominato "UADI" (Uso, Abuso e Dipendenza da Internet). Si tratta di una scala attraverso cui è plausibile individuare variabili psicopatologiche e psicologiche in relazione all'impiego di Internet; è composta da 75 item a cui occorre

rispondere sulla base di una scala Likert a 5 punti. Anche questo strumento consente di indagare differenti dimensioni: l'Evasione Compensatoria (EVA), ovvero la propensione alla fuga dalle problematicità della vita mediante Internet; la Dissociazione (DIS), cioè la manifestazione di esperienze sensoriali stravaganti ed insolite, unita alla ricerca di distacco dalla realtà; l'Impatto sulla vita reale (IMP); la Sperimentazione (SPE), vale a dire l'inclinazione ad utilizzare Internet per cimentarsi nella scoperta di sconosciuti aspetti di sé ed in nuove emozioni; ed infine la Dipendenza (DIP) (Cantelmi T. et al., 2022).

Tale disturbo, come già anticipato nella precedente sezione di questo capitolo, trova riscontro nei principali manuali diagnostici: il DSM-5 (o DSM-5-TR) e l'ICD-11. In suddetti volumi è infatti presente il "Disturbo da gioco su Internet", a cui ci si riferisce comunemente come "Disturbo da uso di Internet" o "Dipendenza da Internet". Nel DSM lo si trova nella terza sezione, mentre nell'ICD nel capitolo "Disturbi mentali, comportamentali e del neurosviluppo". Come per gli altri disturbi, sono presenti nel DSM dei criteri diagnostici (nove in questo caso), ed è necessaria la presenza di 5 o più di essi per un periodo di 12 mesi, affinché si possa fare diagnosi:

1. Il gioco su Internet è ormai la principale attività della propria quotidianità.
2. Sintomi di astinenza nel momento in cui non si ha la possibilità di giocare in rete.
3. Tolleranza correlata ad un aumento della necessità di svolgere l'attività su Internet.
4. Fallimenti nel tentare di ridurre la partecipazione ai giochi sul Web.
5. Diminuzione dell'interesse nei confronti di precedenti passioni.
6. Uso eccessivo e continuativo nonostante la conoscenza delle conseguenze negative.
7. Tendenza ad ingannare gli altri riguardo il tempo passato a svolgere l'attività.
8. Utilizzo dei giochi volto ad eludere o mitigare stati d'animo negativi.
9. Rovinato o perso significative relazioni o opportunità di varia natura.

(American Psychiatric Association, 2013) (World Health Organization, 2019).

Si evince da tutte queste considerazioni, come la dipendenza da Internet sia, anno dopo anno, sempre più oggetto di interesse dei ricercatori e della letteratura scientifica, ma non solo.

Gli aspetti enunciati in questo capitolo sono sicuramente rilevanti e degni di nota, ma non sufficienti per presentare un quadro completo della IAD; tra gli ulteriori ambiti da prendere in considerazione c'è sicuramente quello psicobiologico, tema del prossimo capitolo.

CAPITOLO 2. Correlati neurali ed alterazioni cerebrali della IAD

Nel corrente capitolo verranno presentate le strutture cerebrali ed i neurotrasmettitori coinvolti nella dipendenza da Internet. Saranno descritti singolarmente e separatamente gli uni dagli altri per semplicità di esposizione, ma bisogna tener presente che tutte le aree cerebrali citate sono strettamente interconnesse e reciprocamente influenzate.

2.1 I principali modelli computazionali

I recenti studi psicobiologici e neurocomputazionali si stanno focalizzando sempre più sugli effetti che la dipendenza da Internet ha sulle dinamiche neurali, sui processi cognitivi e sulla condotta. Per neuroscienze computazionali si fa riferimento ad un ramo delle neuroscienze che impiega modelli matematici ed astrazioni del cervello, al fine di cogliere i principi sottostanti allo sviluppo, alla struttura, alla fisiologia ed alle funzioni cognitive del sistema nervoso (Trappenberg T. P., 2002).

Da tali studi è emerso che la IAD, seppur differente dalla dipendenza da sostanza, condivide con essa l'attivazione ed il coinvolgimento di gran parte dei circuiti e meccanismi cerebrali. È interessante ed affascinante come nel caso di una droga si pensi che sia essa stessa ad innescare tali processi, ma come, invece, nel caso di un comportamento, che differentemente non prevede l'utilizzo di sostanze chimiche, esso riesca comunque ad attivare i medesimi sistemi neurali (Kim H. et al., 2019).

Per tentare di spiegare il modo in cui alcune concezioni riferite, inizialmente, alla dipendenza da sostanza siano state estese anche alla dipendenza da Internet, gli studiosi hanno elaborato differenti modelli computazionali. Di seguito verrà presentata una revisione dei principali orientamenti originariamente concepiti, tra questi: il modello dell'apprendimento per rinforzo, dell'inferenza attiva bayesiana e quello neurale.

1. Il modello dell'apprendimento per rinforzo è stato proposto per la prima volta nel 1998 da Sutton e Barto, secondo i quali è una politica comportamentale ad orientare e generare le condotte, determinando passaggi di stato con conseguenti esiti positivi o negativi e permettendo a colui che agisce di ricercare la massimizzazione della ricompensa nel minor tempo possibile. In tal senso è plausibile agire in due differenti modalità:
 - Sulla base di modelli interni dell'ambiente, consistenti in raffigurazioni di transizioni e ricompense (rinforzi), per stimare i valori delle politiche comportamentali e pianificare un corso di transizioni da un'azione ad un determinato stato.

- Oppure, agire calcolando direttamente un'approssimazione dei valori di azione-stato tenendo conto anche dei possibili errori di previsione della ricompensa (RPEs). In altri termini, questa modalità implica il comportarsi sulla base del risultato di una rapida stima di quelli che potrebbero essere i rinforzi positivi (la ricompensa) ottenuti dallo svolgimento di un'azione, data dal confronto tra i valori immediatamente disponibili e conosciuti ed una quantificazione approssimativa del margine di errore sulla previsione del rinforzo.

(Sutton R. S. and Barto A. G., 1998).

Emerge, come in entrambi i casi, risultato centrale il ruolo della ricompensa, in quanto è proprio sulla stima di quest'ultima che il comportamento viene messo in atto e ripetuto. Tuttavia, è possibile che i circuiti neurali coinvolti nell'elaborazione della ricompensa stessa inviino dei segnali anomali, sballando così il calcolo dell'errore di previsione, inducendo conseguentemente a mettere in atto condotte che influiranno sullo sviluppo ed il mantenimento della dipendenza. Nel caso di assunzione di droga può essere plausibile pensare che sia proprio quest'ultima, in qualità di causa esogena, a dare origine a tali squilibri, in quanto la sostanza chimica ha effetti sul cervello, inducendo l'alterazione di alcuni sistemi neurali; nonostante questo avvenga, la vera ragione non risiede in suddetta spiegazione, siccome non chiarisce come questi segnali bizzarri vengano inviati anche in assenza di droga, cioè pure quando si è in presenza di un comportamento, come nel caso della IAD. Secondo il modello dell'apprendimento per rinforzo le cause risiedono infatti in un malfunzionamento della pianificazione e nelle rappresentazioni incomplete del proprio modello interno. In altri termini, rappresentazioni interne delle transizioni di stato incomplete o errate o una discrepanza tra l'ambiente reale e la sua rappresentazione interiore possono indurre l'invio errato di segnali da parte dei circuiti neurali coinvolti nella ricompensa.

Di conseguenza, ecco compresa la ragione per cui, secondo questo modello computazionale, nel caso della dipendenza da Internet si attivi, anche in assenza di sostanza, il circuito neurale della ricompensa in maniera anormale (Kato et al., 2022).

2. Il secondo modello computazionale preso in considerazione in questo elaborato è quello bayesiano improntato sull'inferenza attiva. È un approccio fondato sul teorema di Bayes, più recente rispetto a quello descritto precedentemente, ma che ne riprende alcuni aspetti. Infatti, anche secondo tale orientamento il cervello prima di agire calcola la probabilità associata a stati, azioni e risultati, ma lo fa indipendentemente dalle

ricompense, in quanto interpreta tali probabilità ottenute come livelli di fiducia nella possibilità che si verifichi un evento o una situazione (Friston et al., 2012).

L'inferenza attiva è data dal fatto che la nostra mente cerca di agire affinché le previsioni che calcola si concretizzino (profezia che si autoavvera). Nell'ottica di questa modalità i comportamenti compulsivi tipici della dipendenza sono designati come la conseguenza di un'eccessiva fiducia nelle proprie credenze e percezioni, che ne rendono più probabile la ripetizione (Friston et al., 2015).

Coerentemente, secondo tale modello, in un primo momento, è ininfluenza la tipologia dell'oggetto di dipendenza (sostanza o comportamento), in quanto non è dall'effetto che quest'ultimo genera sul cervello che si innesca il processo di dipendenza, ma è l'encefalo stesso che, effettuando dei calcoli di previsione, spinge all'azione.

Secondo il modello precedentemente proposto è un'attivazione anormale del circuito della ricompensa ad indurre un errato calcolo di previsione che, conseguentemente, spinge all'azione. Differentemente, in questo secondo modello, quanto appena descritto non ha molta rilevanza, siccome ritiene che sia il calcolo di probabilità e previsione effettuato dal cervello a priori ad indurre ad agire. Ne consegue la comprensione di come, sia per la dipendenza da sostanza sia per l'*Internet addiction*, si inneschi il medesimo processo.

3. Il terzo ed ultimo modello preso in considerazione in questo elaborato è quello neurale. Secondo tale prospettiva l'idea comune di base è che il rilascio del neurotrasmettitore dopamina possa essere influenzato solamente da eventi estremi, tra cui l'assunzione di sostanze. Sicuramente è corretto sostenere che le droghe interferiscano con i segnali dopaminergici innescando rilevanti e persistenti alterazioni sinaptiche in differenti regioni del cervello (Korpi et al., 2015), ma, tuttavia, gli studi effettuati nell'ambito neurale, hanno dimostrato come ciò sia in realtà paragonabile alla plasticità neurale innescata dai comportamenti tipici della dipendenza da internet.

Nello specifico, tale rilascio di dopamina causa un potenziamento sinaptico a lungo termine; questa modificazione favorisce la replica della combinazione stimolo-risposta che ha comportato il rilascio del neurotrasmettitore, condizionando così le scelte future (Montague et al., 1996). Questa alterazione è pressoché uguale se indotta dalla dipendenza correlata a sostanza o dalla IAD (Antons et al., 2020; Baik, 2013).

(Il circuito della ricompensa e il ruolo della dopamina verranno ripresi ed approfonditi nel corso di questo capitolo).

Tuttavia, alla luce di tutte queste considerazioni, è bene precisare come gli studi sulle dinamiche neurali della dipendenza da Internet siano un terreno nuovo che la ricerca ha iniziato da poco tempo ad esplorare, di conseguenza, si presuppone che saranno ulteriori studi futuri a rendere più specifiche e chiare le questioni affrontate finora ed in seguito.

2.2 La ricerca del piacere e il sistema della ricompensa

Alla base della IAD, come per qualsiasi altra forma di dipendenza, si ha un forte desiderio che funge da spinta motivazionale per la messa in atto di un'azione volta all'appagamento dell'incombente esigenza. Proprio questa bramosia fa sì che l'individuo si attivi affinché essa venga soddisfatta e quando ciò avviene, l'appagamento generato, suscita una sensazione gradevole, comunemente denominata piacere. Certi stimoli, come quelli suscitati dall'utilizzo dei videogiochi piuttosto che dai social network, risultano appaganti perché evocano una sensazione piacevole e, proprio per questa ragione, l'individuo tende a ricercare nuovamente tale condizione ripetendo il comportamento che ha condotto ad essa, innescando così un processo di dipendenza (Han D. H., et al., 2011).

Il piacere è fondamentale per l'esperienza umana e per la comprensione delle azioni messe in atto.

La funzione edonica è guidata da sistemi cerebrali, sviluppatasi in origine per stimolare la ricerca di alcune ricompense necessarie alla sopravvivenza, ed è frutto di una serie di reazioni chimiche. Infatti, i comportamenti tipici della dipendenza da Internet, in qualità di stimoli esterni, inducono un processo di stimolazione di alcune aree del cervello che rilasciano dei neurotrasmettitori che, a loro volta, provocano dei cambiamenti nei meccanismi cerebrali, generando la sensazione piacevole (Kragel P. A. and al., 2022).

Nel produrre ricompensa, nonché nell'indurre un comportamento di ricerca al fine di individuare ciò che ha portato a provare piacere, si attiva nel cervello dell'individuo uno specifico circuito cerebrale, scoperto per la prima volta da Olds e Milner nel 1954 per mezzo dell'autostimolazione intracranica (ICSS) effettuata sui ratti in situazioni sperimentali appositamente progettate. Dai test effettuati da parte dei due studiosi è emerso che stimolando elettricamente le aree cerebrali del sistema dopaminergico (circuito della ricompensa) l'animale fosse maggiormente propenso a premere nuovamente la leva che generava tale stimolazione piacevole. Definirono questo circuito inizialmente "sistema del piacere", rinominandolo successivamente "sistema della ricompensa cerebrale" o "sistema del rinforzo". Il riferimento è ad un circuito che il cervello utilizza per evocare sensazioni piacevoli in correlazione con il comportamento messo in atto (Olds J. and Milner P., 1954).

In generale, l'apporto di Olds e Milner è stato fondamentale, in quanto proprio a partire dalla scoperta dell'autostimolazione intracranica da loro effettuata, è stato possibile negli anni elaborare una mappatura delle strutture cerebrali coinvolte nel processo di ricompensa (Pinel J. P. J. and Barnes S.J., 2021).

Successivamente, altri studiosi, tra cui in particolare Jaak Panksepp, revisionarono la proposta di Olds e Milner, giungendo alla conclusione che tale circuito cerebrale sia implicato non tanto nel piacere scaturito nel mettere in atto il comportamento, ma soprattutto nell'anticipazione bramosa della ricompensa che si verificherà a seguito della messa in atto della condotta, ovvero nell'attesa del piacere che provoca essa stessa piacere. Emerge così l'idea di un organismo attivo, che volontariamente ricerca, traendo da quest'ultima uno stato di euforica bramosia gratificante, ovvero il piacere (Panksepp J., 2004). Tale sistema della ricerca attiva l'organismo ad orientarsi verso uno stato mentale allettante: è questa la spinta che induce alla ripetizione del comportamento di dipendenza.

Questo circuito oggi è generalmente indicato con il nome di "sistema della ricompensa" (*reward system*) o "circuito dopaminergico". Consiste in un insieme di strutture neurali responsabili della motivazione e del desiderio (quindi in grado di interferire sul processo decisionale attribuendo salienza motivazionale a stimoli gratificanti), dell'apprendimento associativo (vedi modello del rinforzo nel sottocapitolo 2.1) e delle emozioni positive (Schultz W., 2015).

Nel circuito della ricompensa sono coinvolti diversi neurotrasmettitori, ma l'attività principale è svolta da uno in particolare: la dopamina.

Si tratta di un neurotrasmettitore appartenente alla famiglia delle catecolamine, sintetizzato principalmente dai neuroni dell'area dopaminergica, specificatamente dalla pars compacta della substantia nigra nel tronco dell'encefalo e dall'area tegmentale ventrale (VTA) del mesencefalo.

La dopamina influenza varie attività fisiologiche del sistema nervoso centrale (SNC) in quanto è il cervello stesso ad utilizzarla per aiutare le cellule a trasmettere impulsi e per inoltrare messaggi di eccitazione e gioia. Attiva il circuito cerebrale del piacere e va a rinforzare le connessioni neurali atte a generare quel determinato comportamento che ha condotto a tale stato gradevole (Zheng R., 2022).

Nel cervello la trasmissione di segnali da un neurone all'altro avviene grazie a dei potenziali d'azione, ovvero un cambiamento nel potenziale di membrana del neurone, originato dal cono d'emergenza dell'assone che, viaggiando lungo l'assone stesso, giunge ai bottoni sinaptici. Da qui, tale segnale elettrico causa il rilascio di un neurotrasmettitore (la dopamina in questo caso)

e l'impulso da elettrico diviene chimico. L'informazione si propaga dunque da tale cellula, definita presinaptica, alla successiva, ovvero la postsinaptica, legandosi agli appositi e specifici recettori di quest'ultima. All'interno di questo processo, quando il cervello è esposto agli stimoli gratificanti della dipendenza da Internet, i neuroni dopaminergici generano un aumento del rilascio nel neurotrasmettitore dopamina; tale risposta è definita attivazione fasica e consiste in esplosioni di scariche di dopamina (generalmente tra 2 e 8). Dunque, l'attivazione fasica dei neuroni dopaminergici altera la trasmissione sinaptica (Schultz W., 2015).

Nel circuito della ricompensa le scariche rilasciate dai neuroni dopaminergici della substantia nigra sono proiettate sia allo striato (sistema nigrostriatale), dove inducono la formazione dell'abitudine in questione, sia al lobo frontale (sistema frontostriatale), un'area deputata a giudizi, coscienza e razionalità che ricevendo tali segnali viene inibita, provocando di conseguenza una compromissione della razionalità stessa del soggetto dipendente, il quale sarà indotto a non contemplare il pericolo.

Invece, le scariche dopaminergiche originate dall'area tegmentale ventrale possono percorrere due differenti vie:

1. La via mesolimbica dopaminergica: verso il nucleo accumbens, responsabile della motivazione e della gratificazione; in direzione dell'amigdala, inibendo la sua azione e facendo così emergere sensazioni di rilassatezza piuttosto che di ansia o paura; ed infine all'ippocampo, suscitando un'alterazione del processo di consolidamento della memoria.

Qualunque rinforzo di dipendenza origina da questa via, la quale è conseguentemente considerata il centro edonico.

2. La via mesocorticale: in direzione della corteccia cerebrale (responsabile delle funzioni cognitive superiori), principalmente verso la prefrontale, la cingolata e la peririnale, nonché i lobi frontali.

Queste due vie sono in parte sovrapposte e congiunte, per questo motivo spesso sono indicate solamente con la denominazione unica di sistema mesocorticolimbico (Wise R. A. and Robble M. A., 2020).

2.3 Ulteriori circuiti e meccanismi cerebrali

Gli studi sui meccanismi cerebrali strutturali e funzionali alla base della IAD, in particolar modo del disturbo da gioco su Internet, sono in crescita. Di conseguenza si accresce la consapevolezza sulle aree neurali coinvolte e si è giunti all'evidenza che non è da tenere in considerazione esclusivamente il sistema della ricompensa. Quest'ultimo, per la sua funzione di rinforzo e stretta correlazione con il desiderio, riveste sicuramente un ruolo prioritario nella IAD, ragion

per cui le ricerche si sono concentrate inizialmente soprattutto in questo ambito. Tuttavia, non è l'unico circuito cerebrale coinvolto e la dopamina non è il solo neurotrasmettitore implicato, in quanto la complessità dell'encefalo, nonché la rapidissima interconnessione tra le diverse aree e strutture, richiede l'intervento e l'attivazione, piuttosto che la de-attivazione, di ulteriori regioni.

La dipendenza da Internet implica alterazioni anche nei sistemi di esecuzione e nel controllo inibitorio, che coinvolgono diverse aree cerebrali. Tra le principali si annoverano: la corteccia prefrontale (PFC), la corteccia cingolata anteriore (ACC) e l'insula (Kim H. et al., 2019).

2.3.1 Corteccia prefrontale (PFC)

La corteccia prefrontale consiste in un insieme di aree neocorticali tra loro interconnesse che inoltrano e ricevono proiezioni dalla maggior parte dei sistemi sensoriali corticali, dai sistemi motori e da parecchie strutture sottocorticali. È una delle regioni cerebrali neocorticali più elaborate, che è proposta al coordinamento di molteplici processi neurali (Miller E. K. and Cohen J. D., 2001).

È coinvolta nella dipendenza da Internet per quanto riguarda le funzioni esecutive di ordine superiore e la regolazione delle regioni di ricompensa limbica. Nel dettaglio la PFC di destra risulta essere maggiormente responsabile della motivazione e dei meccanismi di inibizione e correlati all'astinenza, mentre la porzione dell'emisfero sinistro pare essere implicata soprattutto nella gratificazione (Balconi M. et al., 2017).

La corteccia prefrontale è connessa con i gangli della base e tali collegamenti sono conosciuti come anse fronto-striatali. Queste ultime congiungono il nucleo caudato ed il putamen alla corteccia prefrontale dorsolaterale (DLPFC) attraverso il talamo, ma legano anche le strutture limbiche (tra cui ovviamente l'amigdala) e lo striato ventrale (incluso il nucleo accumbens) alla corteccia prefrontale orbitofrontale (OFC) e ventromediale (VMPFC). Sono queste le aree cerebrali maggiormente implicate nelle funzioni esecutive di ordine superiore, coinvolte nello sviluppo e nel consolidamento della IAD.

Le ricerche hanno dimostrato come i soggetti dipendenti da Internet esercitino un minore controllo tramite le aree prefrontali, con conseguente diminuzione della capacità di gestione delle attività esecutive. Infatti, l'attivazione della PFC durante la visione di videogiochi o di attività connesse alla dipendenza da Internet risulta essere decisamente maggiore rispetto alla norma, al punto da renderne la padronanza problematica, giungendo così a perdere il controllo di tali funzioni (Brand M. et al., 2014).

La corteccia prefrontale orbitofrontale (OFC) è coinvolta nel controllo degli impulsi e nell'inibizione delle risposte istintive, soprattutto di carattere emotivo. L'OFC di un soggetto

dipendente da Internet tendenzialmente provoca un'iperattivazione del sistema limbico e della corteccia cingolata anteriore (ACC), intensificando eccessivamente il rinforzo e stimolando così condotte disfunzionali in maniera assidua.

La corteccia prefrontale dorsolaterale (DLPFC), invece, si occupa della previsione delle conseguenze a lungo termine e, in caso di dipendenza da Internet, manifesta delle risposte anomale, non facendo attribuire la corretta importanza agli effetti futuri.

Infine, la corteccia prefrontale ventromediale (VMPFC) ricopre un ruolo considerevole nell'ambito dei processi decisionali, nel campo dell'inibizione, nella pianificazione e nella flessibilità cognitiva (le funzioni esecutive) ed anche nell'elaborazione delle informazioni con tonalità emotiva e motivazionale riferite ai rinforzi. Nella dipendenza da Internet tale area cerebrale mostra un'attività inferiore alla norma (Balconi M. et al., 2017).

2.3.2 Corteccia cingolata anteriore (ACC)

Un'ulteriore regione coinvolta nella dipendenza da Internet è la corteccia cingolata anteriore. È implicata soprattutto nel monitoraggio dei conflitti, certamente presenti in caso di IAD, in quando il soggetto si trova di fronte all'oggetto di dipendenza che è in grado di garantire ricompensa immediata, ma deve, tuttavia, confrontarsi anche con le conseguenze negative che esso comporta, soprattutto quelle a lungo termine. Tale funzione di monitoraggio dei conflitti svolta dall'ACC, nel caso di un soggetto dipendente, parrebbe deficitaria, ragion per cui l'individuo tendenzialmente privilegia la scelta della ricompensa immediata piuttosto che la presa in considerazione delle conseguenze negative, ritrovandosi così a rafforzare sempre più la dipendenza. Questa minore attività nell'ACC è relativa al fatto che essa non riesca ad effettuare un controllo inibitorio sufficientemente elevato sulle scariche di dopamina originate dal circuito della ricompensa (Montag et al., 2019).

2.3.3 Insula

L'insula ricopre invece un ruolo rilevante per quanto riguarda l'attribuzione di salienza agli stimoli, l'avvio, il mantenimento e la regolazione del controllo dell'attenzione, oltre che nei processi interocettivi. È connessa con il lobo frontale inferiore e con la corteccia prefrontale dorsolaterale, che congiuntamente compongono una rete atta al controllo cognitivo. Il gioco online e le ulteriori attività tipiche della IAD, se praticati ripetutamente ed esageratamente, inducono un rinforzo di tali connessioni. Questo comporta un eccessivo aumento ed idealizzazione della ricompensa a breve termine, oltre che la diminuzione della rappresentazione delle conseguenze negative e del pericolo.

L'insula è strettamente correlata con l'impulsività, tanto che più forte risulterà essere la sua connessione con le altre aree, maggiore sarà anche l'impulsività con cui il soggetto sarà indotto

ad agire. È principalmente per quest'ultima ragione che l'insula viene associata alla dipendenza (Chen C. Y. et al., 2016).

2.3.4 Ulteriori neurotrasmettitori

Nel sottocapitolo precedente è stato presentato il circuito della ricompensa stimolato dalla dopamina, tuttavia, nell'ambito della dipendenza da Internet, è coinvolto un secondo circuito del piacere correlato ad un altro neurotrasmettitore: le endorfine (oppiacei endogeni).

Mentre il sistema della ricompensa è associato principalmente all'eccitazione nell'immaginare qualcosa di desiderato, questo altro circuito è invece inerente alla gratificazione e al piacere rilassante, cioè al benessere. Queste sensazioni sono indotte dall'aumento della secrezione cerebrale di endorfine, neurotrasmettitori prodotti nel lobo anteriore dell'ipofisi con struttura peptidica, che contribuiscono anche al consolidamento delle connessioni neuronali createsi durante l'esperienza che ha generato piacere. Interagiscono con degli specifici recettori oppioidi chiamati mu, delta e kappa, al fine di intervenire sugli effetti piacevoli (Kieffer B. L. and Gabériaux-Ruff C., 2002).

Altri due neurotrasmettitori da prendere in considerazione sono l'acido-amminobutirrico (GABA) ed il glutammato, rispettivamente il principale inibitore del cervello ed il prioritario eccitatore, presenti in circa un terzo di tutte le sinapsi.

Il GABA riveste un ruolo nella modulazione delle risposte con tonalità affettiva e comportamentale. Si occupa della proiezione soprattutto all'ipotalamo, ai nuclei della base, alla sostanza grigia periacquedottale, all'ippocampo, all'amigdala e alla corteccia cingolata anteriore (Pelizza L. and Bonazzi F., 2008).

Nella dipendenza da Internet risultano livelli di GABA più elevati, ma essendo quest'ultimo un inibitore, ciò implica un'iperpolarizzazione dei neuroni con conseguente inibizione dei potenziali d'azioni, quindi della trasmissione dei segnali sinaptici. La conseguenza è una ridotta funzione delle reti neurali coinvolte, nel caso della IAD soprattutto dell'ACC (Seo H. S. et al., (2020).

L'azione inibitoria del GABA riduce quella eccitatoria del glutammato, e viceversa. Inoltre, questi due neurotrasmettitori sono anche modulatori fondamentali opposti della dopamina nel circuito mesocorticolimbico.

Un altro neurotrasmettitore coinvolto è la serotonina, prodotta dai nuclei del rafe.

È implicata soprattutto nella regolazione delle emozioni, dell'umore e dell'eccitazione, ragion per cui è conosciuta come ormone della felicità, e regola l'inibizione comportamentale e l'aggressività.

L'organismo ne aumenta il rilascio in seguito allo stimolo gratificante, come nel caso in cui si ricevano notifiche dai social o *like* alle foto pubblicate, inducendo un miglioramento del tono dell'umore, quindi una sensazione piacevole che influisce sulla prosecuzione dell'azione stessa, stimolando la continuazione dell'utilizzo dei social network (Majuri J., 2019).

2.4 Effetti e conseguenze

2.4.1 Alterazioni strutturali

La condizione della IAD non comporta solamente alterazioni cerebrali dal punto di vista funzionale, ma anche da quello strutturale, talvolta temporanee, ma in alcune circostanze addirittura permanenti.

Dagli studi effettuati è stata tendenzialmente riscontrata nei dipendenti da Internet, soprattutto da gioco online, una variazione dello spessore corticale in differenti aree del cervello.

Le osservazioni di Yuan e i suoi colleghi hanno messo in evidenza una diminuzione dello spessore corticale in differenti aree:

- Nella corteccia orbitofrontale laterale sinistra del 9%, con conseguente riduzione della capacità di controllo.
- Nella corteccia dell'insula, nel giro linguale e nella corteccia parietale del 10%, compromettendo il processo decisionale, l'elaborazione delle informazioni relative agli stimoli della dipendenza ed il controllo inibitorio.
- Nel giro postcentrale destro e nella corteccia entorinale del 13%, inducendo una maggiore propensione alla ricerca delle novità, nonché una tendenza ad assumersi rischi.

Al contrario invece, è stato evidenziato anche un aumento dello spessore corticale:

- Del 14% nella corteccia precentrale sinistra, con conseguente alterazione nella pianificazione e nell'esecuzione dei movimenti.
- Del 13% nel precuneo, con difficoltà correlate alle immagini visive, all'attenzione e alla memoria.
- Del 11% nella corteccia temporale inferiore e media coinvolte nel craving indotto dai segnali della dipendenza.

(Yuan K. et al., 2013).

Un'ulteriore alterazione strutturale individuata riguarda la riduzione del volume della materia grigia. Tramite l'analisi della morfometria basata su voxel (VBM) sulle immagini delle fMRI è stato riscontrato come l'utilizzo continuativo di Internet possa indurre una diminuzione della materia grigia nella corteccia prefrontale dorsolaterale, nella corteccia cingolata anteriore, nella

corteccia cingolata posteriore (PCC), nella corteccia orbitofrontale, nell'insula, nel cervelletto e nell'area motoria supplementare (SMA).

La riduzione della materia grigia comporta una perdita di connessioni sinaptiche, la diminuzione delle cellule e dei marcatori gliali, nonché l'aumento della densità neuronale (Zhou Y. et al., 2011).

Queste evidenze inducono ad una considerazione sul fatto che coloro che hanno una bassa densità di materia grigia a priori, potrebbero essere maggiormente predisposti allo sviluppo della dipendenza da Internet (Leeman R. F. and Potenza M. N., 2014).

Oltre alle anomalie riscontrate a livello di materia grigia, anche la materia bianca sembra subire un'alterazione. Dagli studi condotti da Yuan e Lin con i rispettivi colleghi è stata riscontrata una minore densità di quest'ultima nel giro paraippocampale destro, nella corteccia orbitofrontale, nel corpo calloso, nella corteccia cingolata anteriore e nel fascicolo fronto-occipitale inferiore. Al contrario, sono invece emersi maggiori volumi di materia bianca nella capsula interna del limbo posteriore sinistro, con conseguente interferenza con le funzioni esecutive, in quanto tale area è connessa alla corteccia motoria primaria (Yuan K. et al., 2011) (Lin F. et al., 2012).

2.4.2 Alterazione dei processi cognitivi

Alcuni processi cognitivi sono fortemente influenzati dalla dipendenza da Internet, in maniera prioritaria i processi di attenzione e di memoria.

Per quel che riguarda il processo di attenzione gli assidui stimoli della dipendenza (ad esempio le continue notifiche online) inducono il soggetto a focalizzare la sua concentrazione su di essi, addirittura anche in condizione di assenza di tali stimoli, mettendo in atto comportamenti di controllo delle notifiche pure quando non pervengono.

Fondamentale è stato l'apporto di Ophir e Wagner, i quali hanno condotto uno studio atto a verificare le conseguenze che l'utilizzo prolungato di Internet ha sulle capacità attentive. È emerso come la dipendenza da Internet riduca la capacità di attenzione sostenuta, inducendo una maggior tendenza alla distrazione. Tale tesi è supportata dall'evidenza di una maggiore attivazione delle regioni prefrontali destre nei soggetti dipendenti (Ophir E. and Wagner A. D., 2009).

Un secondo processo cognitivo che pare subire un'alterazione è quello della memoria.

Il soggetto dipendente si affida ad Internet come sua fonte quasi esclusiva di informazioni e ciò ha delle ripercussioni sul processo di valutazione della conoscenza interna, giungendo ad una condizione in cui Internet stesso sostituisce la necessità di memoria umana. Tutto ciò riguarda principalmente la memoria semantica (Firth J. et al., 2019).

Le ricerche di Sparrow e i suoi colleghi, hanno dimostrato come Internet possa diventare una forma primaria di memoria esterna, ovvero le informazioni vengono archiviate al di fuori del soggetto stesso. Tuttavia, questa modalità più rapida di archiviazione non sempre è in grado di coinvolgere tutte le aree cerebrali normalmente implicate nel processo di memorizzazione delle informazioni a lungo termine, diminuendo la connettività neuronale di alcune aree. Ne consegue che con un processo di archiviazione incompleto o anomalo, il recupero delle informazioni sia talvolta difficile o impossibile (Sparrow B. et al., 2011).

La IAD comporta anche ulteriori conseguenze che hanno un impatto negativo sulla vita quotidiana dell'individuo. Tra queste è stata riscontrata l'alterazione del ciclo del sonno, in quanto i dispositivi tecnologici inducono a posticipare l'addormentamento e/o ad anticipare la sveglia mattutina; è stata rilevata anche la tendenza ad ignorare alcune responsabilità, siccome la dipendenza da Internet stimola a rimanere connessi per un lasso temporale eccessivamente prolungato, sottraendo tempo ad altre attività; infine, è possibile che tale condizione causi una riduzione della vita sociale con una ripercussione sulle relazioni interpersonali reali (Young K. S., 2004).

CAPITOLO 3. Aspetti eziologici e variabilità intraindividuale

La tendenza a sviluppare la dipendenza da Internet è imputabile a svariate cause. Tendenzialmente, la complessità dell'insieme delle fonti scatenanti può essere sintetizzata in tre macrotipologie:

- Utilizzo di internet come via di fuga dalla depressione, dall'ansia, dallo stress, dalla solitudine o da una qualsiasi condizione di malessere.
- Impiego spasmodico volto all'acquisizione del maggior numero di informazioni al fine di migliorare le proprie conoscenze.
- Transizione da una dipendenza terrestre ad una virtuale, come ad esempio, il passaggio dalla dipendenza da shopping compulsivo in negozio alla dipendenza da shopping online.

(Minutillo A. et al., 2022).

Il riferimento, quando si allude alle cause della dipendenza da Internet, è il modello bio-psico-sociale, secondo cui sono fattori di natura biologica (vedi aspetti neurobiologici nel capitolo 2 e aspetti genetici in 3.2), individuale e ambientale (vedi 3.1) ad essere alla base dello sviluppo della IAD. Si ragiona dunque in un'ottica multifattoriale rispetto alle cause, secondo la quale, tendenzialmente, nessuna di esse ha una spiccata prevalenza sulle altre, ma, congiuntamente, inducono il sorgere della dipendenza.

3.1 Fattori di rischio individuali e ambientali

Concorrono all'instaurarsi della dipendenza dei fattori prettamente personali, legati, in particolare, alla propria personalità ed identità.

Per quanto riguarda l'ambito degli aspetti individuali non sono stati riscontrati tratti o disturbi di personalità preesistenti correlati direttamente all'insorgere della IAD; tuttavia, alcuni di essi possono rappresentare un fattore di rischio al suo sviluppo.

Tra tutti i disturbi ad oggi riconosciuti è stata dimostrata la possibilità di comorbilità psichiatrica della IAD con i disturbi d'ansia, dell'umore, da uso di sostanze, psicotici, del controllo degli impulsi e con l'angoscia. Sono tutte condizioni che per le loro peculiarità specifiche possiedono alcune caratteristiche, aspetti o sintomi che potrebbero indurre una maggior propensione all'utilizzo eccessivo ed improprio di Internet (El-Khoury J. et al., 2021).

Uno stato di salute che risulta essere fortemente associato alla IAD è la depressione clinica. Infatti, fattori come bassa autostima, scarsa soddisfazione di vita, paura del rifiuto, difficoltà sociali o bisogno di approvazione, riscontrabili in una condizione di depressione, possono indurre un maggiore impiego di Internet, percepito come soluzione volta all'attenuazione del

malessere generato dalle condizioni appena elencate. Nel mondo virtuale si ha la possibilità di mantenere l'anonimato e si ha mancanza di contatto diretto: tutto ciò può aiutare il soggetto depresso a sentirsi protetto, tranquillo e maggiormente disinibito nel relazionarsi con le altre persone o nell'esprimere le sue idee. Il problema sorge nel momento in cui l'individuo fa ricorso troppo frequentemente a questa modalità difensiva, facendola divenire la sua unica via di fuga e fonte di benessere, spianando la strada per lo sviluppo della dipendenza (Young K. S. and Rodgers C., 1998).

Come affermato precedentemente, non ci sono stili di personalità che si possano considerare causa della IAD in linea diretta, ma, tuttavia, ci sono alcune categorie che sono considerate maggiormente vulnerabili e quindi più a rischio. Tra queste: gli individui che presentano tratti ossessivo-compulsivi, tendenza al ritiro sociale e/o timidezza eccessiva. Tali condizioni sono fortemente caratterizzate da una carenza ed instabilità nei rapporti interpersonali nella vita reale, per via di una forte difficoltà nella capacità di instaurare e mantenere relazioni affettive significative nel tempo. Siccome la necessità di socializzazione è intrinseca all'indole dell'uomo, considerato per l'appunto animale sociale, tali individui sono indotti a ricercare questi rapporti per mezzo di una via differente: Internet. Il mondo online è infatti costellato da relazioni virtuali; come nella realtà si ha necessità di incontrare i propri amici, di condividere esperienze e pensieri, anche nell'universo telematico incombe questa esigenza, la quale induce quindi all'utilizzo dei dispositivi prolungatamente ed eccessivamente (Fata A., 2012).

Il mondo di Internet non consente però solamente l'instaurarsi di nuovi legami, permette anche la creazione ed il delinarsi di una nuova identità, è cioè un'opportunità per cambiare, migliorare o allontanarsi da un'immagine di sé distorta in cui ci si è identificati (Mihajlov M. and Vejmelka L., 2017).

Molti individui, principalmente nella fascia di età dell'adolescenza, in concomitanza con la IAD, mostrano una comorbilità anche con la dipendenza da uso di sostanze ed alcol, nonché ADHD (disturbo da deficit di attenzione ed iperattività), mentre soprattutto negli adulti sono stati riscontrati disturbi preesistenti del sonno o esperienze dissociative (Kuss D. J. et al., 2014). Inoltre, una spinta all'utilizzo di Internet può essere anche un basso livello di soddisfazione dei propri bisogni nella vita reale, in quanto l'individuo, per rimediare a questa esigenza di gratificazione psicologica, potrebbe tendere ad affidarsi ai social, convinto che sia lo strumento per realizzare le sue necessità e quindi compensare i deficit della vita reale (Colombo C. and Calderaro M., 2021).

Dalla rassegna di alcuni studi e ricerche condotte è emerso come la fascia d'età più giovane sia maggiormente a rischio, infatti, il tasso di utilizzo dei videogiochi, piuttosto che dei social

network, è decisamente maggiore in questa fase di vita rispetto a quella adulta (Santangelo O. E. et al., 2022). Principalmente lo stadio dell'adolescenza è infatti considerato un periodo in cui la propensione al rischio e la ricerca dell'eccitazione sono maggiori.

In aggiunta, alcuni studi hanno rivelato come il sesso maschile possa essere tendenzialmente più a rischio nello sviluppo della IAD. La ragione risiede nell'utilizzo che essi ne fanno: sono principalmente loro a trascorrere tanto tempo in Internet per i videogiochi, il sesso virtuale e il gioco d'azzardo online. Certamente anche le femmine ne fanno uso, ma generalmente con minor frequenza. Tuttavia, questo dato è circostanziale e differisce spesso da cultura a cultura (Morahan-Martin J. and Schumacher P., 2000).

Oltre alle caratteristiche prettamente individuali anche alcuni fattori ambientali e contestuali, come aspetti del proprio stile di vita, le esperienze sostenute o le relazioni affettive, rappresentano un elemento di rischio allo sviluppo della IAD. Le proprie circostanze di vita, comprendenti i luoghi fisici in cui si è immersi e l'insieme delle persone che si frequentano, hanno infatti un grande impatto su ognuno di noi, anche se, talvolta, questa influenza non viene percepita istantaneamente, ma solamente a posteriori.

Come nell'ambito della dipendenza da sostanze avere una compagnia di amici che fa uso di droghe o altro, nonché il frequentare località che ne facilitano o invogliano l'utilizzo può indurre al diventarne dipendente, anche per la IAD il discorso è analogo. Soprattutto tra gli adolescenti il gioco online è ormai una delle modalità preponderanti per l'incontro con i coetanei: spesso viene preferito il ritrovo sulle piattaforme virtuali per giocare ai videogiochi piuttosto che, ad esempio, un incontro di persona per una partita a calcetto. Se la maggior parte dei propri amici ragiona in tale ottica, anche colui che avrebbe magari preferito un'attività all'aria aperta potrebbe essere indotto a rimanere a casa di fronte allo schermo, volontà mossa dalla paura di perdere i rapporti con i propri compagni e talvolta anche dall'assenza di coetanei disposti ad uscire. Questo è un lampante esempio di come il proprio contesto di vita e sociale possa esercitare una forte influenza e divenire un fattore di rischio allo sviluppo della IAD (Ryding F. C. and Kaye L. K., 2017).

Oltre a ciò, anche avvenimenti o circostanze sfavorevoli possono spingere nella direzione di una dipendenza patologica. Tra questi ne sono un esempio i contrasti coniugali, i problemi familiari o relazionali in generale, o le difficoltà lavorative. È stato reso noto come potrebbero essere fattori di rischio l'essere single, l'essere uno/una studente/studentessa o il sostenere un'attività lavorativa per un arco temporale inferiore alle 10 ore a settimana, in quanto sono tutte condizioni che garantiscono la possibilità di avere più momenti liberi, che talvolta però possono indurre alla noia o ad un sentimento di solitudine, spingendo l'individuo a ricercare

attività da svolgere, e Internet, per la sua facilità di accesso ed utilizzo, spesso è una delle scelte primarie (Kósa G. et al., 2022).

Un altro aspetto rilevante è lo stile di attaccamento, ovvero il legame affettivo instaurato nei confronti di persone significative, principalmente con il caregiver, che è stato teorizzato per la prima volta da Bowlby nel 1973. Sulla base di quest'ultimo sono organizzati gli schemi cognitivi rispetto a sé stessi e agli altri, ma se tali modelli dovessero delinearci come negativi ciò implicherebbe uno stile di attaccamento non sicuro. In questo frangente ci si troverebbe al cospetto di un possibile fattore di rischio, ragion per cui la natura del legame di attaccamento è considerata un supponibile effetto predittivo significativo sullo sviluppo della IAD (Savci M. and Aysan F., 2016).

In conclusione, si deve considerare che Internet stesso può invogliare al suo utilizzo, essenzialmente per due principali ragioni: innanzitutto perché l'attività, diversamente dall'uso di molte sostanze, non è proibita e si è quindi più propensi a sostenerla anche per molto tempo sapendo di non incorrere in violazioni, e, oltre a ciò, Internet è oggi estremamente diffuso e semplice da usare.

3.2 Fattori genetici

Nell'ambito degli aspetti eziologici della dipendenza da Internet sono da prendere in considerazione anche i fattori genetici. Nonostante siano ancora abbastanza limitati gli studi a riguardo, è già chiaro come la predisposizione genetica dell'individuo possa essere un elemento di rischio allo sviluppo della IAD.

La ricerca in tale campo è incominciata da un confronto tra le dipendenze comportamentali e quelle da sostanza, riflettendo sul fatto che se alcuni sintomi e circuiti neurali sono i medesimi in ambedue i casi, ipoteticamente anche le implicazioni genetiche riscontrate nell'abuso di droghe potrebbero essere simili a quelle della IAD. I risultati hanno evidenziato come effettivamente la somiglianza, e talvolta anche la comorbilità, tra le due tipologie di dipendenza implichi condizioni simili a livello genetico, nonché fenotipi somiglianti, validando dunque l'ipotesi posta inizialmente (Leeman R. F. and Potenza M. N., 2014).

Un recentissimo studio riguardo l'implicazione genetica è stato condotto da Haghghatfard ed i suoi colleghi. Questi studiosi sono partiti dal presupposto che non sia Internet stesso ad indurre la dipendenza, ma che siano taluni individui ad avere alcuni tratti psicologici considerati al di fuori della norma, per i quali la causa potrebbe essere una condizione genetica. La conclusione ipotetica a cui sono giunti è che la IAD abbia realmente un fondamento genetico, in comune con differenti disturbi psichiatrici o del neurosviluppo (spiegazione alla frequente comorbilità con quest'ultimi). Si tratta di una ricerca di associazione genoma-wide (GWAS), con la quale

sono stati evidenziati dei polimorfismi in differenti geni implicati nella spinta alla messa in atto delle condotte tipiche della IAD. In associazione a tale dipendenza, 72 sono stati i polimorfismi a singolo nucleotide (SNP) riscontrati, ovvero alterazioni del composto genico a carico di un unico nucleotide (si parla dunque di allele polimorfico).

Per polimorfismo si intende l'ereditarietà di uno specifico tratto in cui uno dei due alleli viene riscontrato con una frequenza intorno all'1%, si tratta dunque di una condizione poco diffusa, rilevabile nel DNA e dovuta a casualità o a virus piuttosto che radiazioni.

La principale ragione del perché tali SNP risultino correlati all'eziologia di tale disturbo risiede nel fatto che queste variazioni hanno una connessione con alcune condizioni tipiche della dipendenza: con l'azione di alcuni neurotrasmettitori (tra questi soprattutto la dopamina), con lo sviluppo dell'SNC e con lo spostamento dei neuroni nell'encefalo (Haghighatfard A. et al., 2023).

Risultano principalmente coinvolti alcuni geni per il loro ruolo nella regolazione genetica ed epigenetica, ognuno dei quali opera in stretta relazione con uno specifico recettore o trasportatore del cervello:

- Recettore D2 della dopamina (DRD2 o RDD2): è stato visualizzato il polimorfismo sul gene DRD2 C957T, specificatamente l'allele T, il quale è ricollegato alla diminuzione della capacità di traduzione dell'mRNA al recettore in questione. Oltre a questo, un ulteriore allele sembra essere coinvolto: l'A1 di DRD2 Taq1; il che ha delle ripercussioni sempre sul D2 siccome ne induce una riduzione, con conseguente minore presenza di recettori dopaminergici. In linea generale, coloro che presentano queste due tipologie di allele, pare che siano maggiormente indotti allo sviluppo della IAD in quanto sono ambedue connessi ad una diminuzione della funzione del recettore D2 (Kim E. et al., 2022).
- Trasportatore di dopamina (DAT): si tratta di una proteina che si trova nei terminali nervosi, atta a modulare il rilascio del neurotrasmettitore. Codifica per essa il gene DAT1, il quale può presentare un polimorfismo tale per cui il rilascio o la ricaptazione possono essere alterati. Questa condizione è stata anche ricollegata all'impulsività, tipica della dipendenza (de Nardi L. et al., 2020).
- Trasportatore di serotonina (SERT): la presenza di varianti con allele breve omozigote del gene del trasportatore di serotonina, ovvero il gene 5-HTTLPR, induce variazioni nel sistema di tale neurotrasmettitore, addetto al controllo inibitorio. Sono state rilevate nei dipendenti in codesta condizione livelli di SERT decisamente maggiori rispetto alla norma.

Queste conclusioni fanno riferimento principalmente allo studio effettuato da Lee ed i suoi colleghi, un'importante ricerca di genetica molecolare (Lee et al., 2008) (Yaunin Y. et al., 2021).

- Fattore neurotrofico cerebrale (BDNF): è anch'esso una proteina, rilevante per la sua funzione di neuromodulazione del rilascio dei neurotrasmettitori (specialmente la dopamina nel mesencefalo), per la sua implicazione nella regolazione della plasticità sinaptica e nella determinazione della forma e della struttura degli assoni e dei dendriti. Il gene che codifica per il BDNF è considerato vulnerabile, ragione per cui risulta essere implicato nei processi atti a sviluppare e a mantenere la IAD (Geisel O., et al., 2013).
- Catechol O-methyltransferase (COMT): si tratta di un enzima che trasforma la dopamina in monoammina ossidasi (MAO A e B). È l'allele rs4680 A COMT ad essere rilevante nell'ambito della dipendenza. Quest'ultimo induce la surrogazione dell'aminoacido VAL con il Met, facendo sì che aumenti l'attività enzimatica e conseguentemente anche il rilascio di dopamina (Smolnikova M. and Tereshchenko S., 2020).
- Recettore dell'ossitocina (OXTR): è stato evidenziato un polimorfismo del gene OXTR, rilevante poiché l'ossitocina è adibita alla regolazione delle condotte sociali ed empatiche (Werling A. M. and Grunblatt E., 2022).
- Recettore neurotrofico della tirosina chinasi tipo 3 (NTRK3): nei soggetti con IAD è stata inoltre sovente riscontrata una presenza minore dell'allele T del gene rs2229910 che codifica per tale specifico recettore. La tirosina chinasi è un enzima coinvolto nella coordinazione dei processi cellulari (Kim J. Y. et al., 2016).
- Recettore colinergico nicotinico alfa 4 (CHRNA4): è stata infine individuata una relazione tra il genotipo CC del gene rs1044396 sul genere della subunità neuronale del recettore in questione; tale variante è stata maggiormente riscontrata soprattutto nelle femmine dipendenti. La variazione dell'attività di questo recettore influisce sull'azione del neurotrasmettitore acetilcolina, che è alla base dei processi di apprendimento e di memoria (Montag C. et al., 2012).

(Vink J. M. et al., 2016) (Annunzi E. et al., 2022).

Inoltre, come emerso nel secondo capitolo di questo elaborato, nella dipendenza da Internet si riscontra una difficoltà nell'inibire o attivare le risposte, nonché nel pianificare o nel rilevare gli eventuali errori. Tale condizione, definita di scarso controllo faticoso, è anch'essa mediata in parte dai geni, e, pure in questo caso, questi sono in una certa misura condivisi con quelli coinvolti nella dipendenza da sostanza. Ne conviene che se i geni che influenzano il controllo

faticoso hanno un impatto anche sulla IAD questa potrebbe essere la probabile ragione per cui esiste tra le due condizioni una relazione. Queste conclusioni sono tratte da uno studio realizzato da Li ed i suoi colleghi, volto ad analizzare come la genetica influenzi l'uso problematico di Internet, specialmente nel periodo adolescenziale.

Sempre in tale ambito è stata affrontata anche la questione dell'ereditarietà e i risultati ottenuti hanno dimostrato una correlazione positiva rispetto alla IAD negli adolescenti, che rientra in un range tra la moderata e l'elevata. Tuttavia, nonostante sia stata accertata l'ereditarietà in codesta dipendenza, i valori calcolati non sono attualmente noti. Sono stati effettuati degli studi sui gemelli, dai quali è emerso come la genetica sia in grado di spiegare la varianza della IAD per il 58% per il sesso femminile e fino al 66% per quello maschile, ma si tratta di un dato circoscritto al contesto di riferimento, seppur indicativo per le future ricerche (Li M. et al., 2014).

CAPITOLO 4. Trattamenti

Come per le altre tipologie di dipendenza, anche per la IAD sono indicate delle modalità di trattamento. Tra queste esistono delle procedure ritenute più tradizionali, in quanto maggiormente utilizzate da anni e quindi altamente validate. Tuttavia, a seguito delle scoperte, riguardo soprattutto le implicazioni neurali, sono ad oggi esistenti altri sistemi d'intervento ed altri ancora sono in fase di sperimentazione.

4.1 Trattamenti tradizionali

Tendenzialmente coloro che soffrono di dipendenza da Internet, nel momento in cui prendono coscienza dell'impatto negativo che questa ha sulla loro vita, richiedono un aiuto professionale per porre fine a tale condizione. È frequente, soprattutto tra gli adolescenti, che siano i genitori o le figure significative per loro, a richiedere l'intervento di uno specialista, in quanto i ragazzi potrebbero non comprendere la gravità della situazione.

Per i casi più gravi e preoccupanti, esistono, in determinati paesi, dei centri psichiatrici dediti totalmente alla cura della IAD, in special modo del disturbo da gioco su Internet (Zajac K. et al., 2018).

4.1.1 Psicoterapia:

La modalità di trattamento più richiesta, e attualmente probabilmente la più efficace, è sicuramente il sostegno psicologico tramite un intervento psicoterapeutico. Questo genere di ausilio sembra essere la miglior soluzione per la riduzione della gravità della dipendenza e della frequenza della messa in atto dei comportamenti ad essa correlati. Parrebbe, inoltre, che la condizione di benessere raggiunta mediante questa tipologia di trattamento, si mantenga più a lungo rispetto ad altre modalità di intervento, ragione per cui il numero delle sedute di follow-up è tendenzialmente ridotto rispetto alla norma (Goslar M. et al., 2020).

Una terapia psicologica individuale favorisce la presa di consapevolezza delle parti più celate di sé e promuove il cambiamento.

Tra l'altro, questa è una delle modalità tra le più efficaci per il trattamento della IAD quando sussiste una comorbilità psichiatrica con un'ulteriore patologia o disturbo.

Nello specifico, la terapia che sembra essere più apprezzata e adeguata è quella di tipo cognitivo comportamentale (CBT). Si tratta di una misura terapeutica che favorisce la comprensione dei propri sentimenti e delle condotte della dipendenza, inducendo al tempo stesso l'apprendimento di inedite strategie di coping e meccanismi di prevenzione.

Il principale modello di riferimento per il CBT è quello di Davis (Davis R. A., 2001).

Nella sua versione tradizionale, questo trattamento prevede un numero di sedute indicativamente pari a 12, da svolgersi una alla settimana; tuttavia, per ogni individuo si cerca di stabilire un percorso personalizzato, per cui la durata dell'intervento non è fissa o prestabilita a prescindere.

È prevista, nella prima fase, una terapia prevalentemente comportamentale, orientata ad agire sulla capacità di controllo degli impulsi. In seguito, invece, si predilige la presa in considerazione degli aspetti cognitivi e delle eventuali distorsioni percettive sulle conseguenze delle condotte messe in atto; solamente portando a livello di consapevolezza le modalità errate di pensiero è possibile indurre una ristrutturazione cognitiva. Infine, è indicata un'ultima fase volta alla diminuzione degli effetti collaterali negativi della dipendenza, necessaria per ultimare il processo di recupero e prevenire le possibili ricadute (Young K. B., 2013).

Soprattutto nel primo periodo di questo percorso, è plausibile che il soggetto si debba confrontare con sensazioni percepite come insolite o non così gradevoli, dovute alla perdita o alla mancanza dell'oggetto di dipendenza. Si tratta di un'ordinaria ed usuale condizione, scaturita dal fatto che, essendo Internet una tra le principali fonti di piacere nella vita dell'individuo, la sua assenza causa inizialmente una sensazione non piacevole e ne rende l'adattamento complesso.

Il clinico, per aiutare il paziente, può consigliare alcune tecniche, volte soprattutto alla riorganizzazione della gestione del tempo. Potrebbe, ad esempio, richiedere al dipendente di redigere dei promemoria delle cinque problematiche prioritarie che la IAD gli ha causato e dei cinque maggiori vantaggi che la riduzione dell'uso di Internet sarebbe in grado di portargli, nonché di elencare tutto quello che la dipendenza l'ha portato a ridurre o cancellare dalla sua vita. Questa modalità può aiutare come funzione di *reminder* nei momenti più complessi e difficili del percorso terapeutico.

Oltre a ciò, potrebbe essere utile fare riferimento a dei fermi esterni, ovvero richiedere al paziente di svolgere periodicamente determinate esperienze, da intraprendere in situazioni dove Internet non è presente.

Infine, potrebbe dare giovamento anche stabilire degli obiettivi ragionevoli, che consentano di procedere per piccoli *step* e di adattarsi alla nuova condizione; è importante non tentare di seguire un programma troppo drastico di riduzione delle ore trascorse in Internet, perché altrimenti il cambiamento, facilmente, sarà solo momentaneo in quanto la ricaduta sarà molto probabile. Si deve agire gradualmente, con ponderatezza e la dovuta accortezza (Young K. S., 1999).

4.1.2 Sostegno farmacologico:

Nelle situazioni più gravi e complesse è consigliato un trattamento multimodale, dove alla terapia psicoterapeutica si affianca un sostegno di tipo farmacologico. I farmaci sono utili nel ridurre la sintomatologia momentaneamente e dunque nell'alleviare temporaneamente la sensazione di malessere o aiutare nel controllo del craving, ma, tuttavia, non agiscono sulla causa, ragione per cui tale modalità di intervento è da affiancare ad altri sistemi di trattamento. Per adesso non esistono farmaci direttamente rivolti alla IAD o linee guida specifiche per questa condizione; ciò nonostante, vengono somministrati medicinali psicotropi, che sono generalmente indicati per la cura della depressione o dell'ADHD, ma vista l'elevata comorbilità tra IAD e quest'ultime sono risultati utili ed efficaci. Tra questi: il bupropione e l'escitalopram per la depressione, e l'atomoxetina e il metilfenidato per l'ADHD (Zajac K. et al., 2018).

Anche i farmaci SSRI (cioè inibitori della ricaptazione della serotonina), gli antagonisti degli oppioidi, gli stabilizzatori dell'umore, i modulatori del glutammato e alcuni di quelli utilizzati per il disturbo ossessivo compulsivo o per la tossicodipendenza sono risultati essere efficaci nell'ambito della dipendenza da Internet (Goslar M. et al., 2020).

4.1.3 Terapia familiare:

In determinati casi, soprattutto quando il soggetto dipendente è un bambino o un adolescente, è consigliata una terapia di tipo familiare, che coinvolga non solo il diretto interessato, ma anche i suoi congiunti. Risulta una modalità di intervento utile perché permette ai genitori di essere co-protagonisti del processo di cambiamento del figlio, nonché di agire al fine di sostenere la sua motivazione (Minutillo A. et al., 2022).

Il coinvolgimento dei familiari nel percorso può rappresentare un facilitatore nell'ottenimento di un effetto più stabile e duraturo nel tempo nelle fasi di follow-up, in quanto un sostegno da parte dei propri affetti più cari ed una buona relazione con essi, rappresentano dei fattori protettivi alla IAD ed un importante supporto.

La terapia familiare, tuttavia, non è utile solamente con i giovani ragazzi, ma può esserlo anche con gli adulti. Talvolta, la dipendenza interferisce negativamente sulla relazione familiare o matrimoniale, dunque partecipare congiuntamente alla terapia consente di affrontare la duplice questione (Young K. S., 1999).

4.1.4 Gruppi di auto-aiuto:

Un'ulteriore modalità di intervento non individuale è quella effettuata per mezzo dei gruppi di auto-aiuto o di supporto. Si tratta di un insieme di individui che stanno affrontando la medesima problematica e che possono dunque condividere l'esperienza al fine di aiutarsi vicendevolmente. Questa modalità di trattamento facilita la comunicazione interpersonale e

favorisce la creazione di una rete di sostegno che funge da spinta motivazionale (Liu, J. et al., 2017). Incontrare persone nel mondo reale potrebbe far sì che l'utilizzo di Internet per fini relazionali diminuisca; i gruppi di auto-aiuto forniscono infatti l'opportunità di creare nuovi legami e di trovare sostegno nella vita vera, inducendo una riduzione della necessità di utilizzo della rete (Young K. S., 1999).

4.1.5 Psicoterapia online:

Al di là delle classiche modalità di psicoterapia, a prescindere dall'orientamento teorico di riferimento, esiste una forma di terapia praticata online. L'Italia, tra gli Stati europei, è stata tra i primi Paesi a farne ricorso. Nel caso di trattamento della dipendenza da Internet può essere un'utile soluzione alternativa, ma, tuttavia, si deve far attenzione a non infierire ulteriormente sull'aggravarsi della condizione piuttosto che migliorarla.

4.1.6 Interventi di prevenzione:

Inoltre, è possibile mettere in atto degli interventi con fine preventivo, piuttosto che curativo, che sono tendenzialmente di 3 tipologie:

1. **Universale:** non è indirizzato ad un singolo individuo, ma alla collettività in generale. Consiste nella promozione dell'utilizzo consapevole, ragionevole, adeguato ed equilibrato di Internet. Ne sono un esempio gli interventi psicoeducativi o gli atti legislativi (es. chiusura di alcuni siti web).
2. **Selettivo:** è rivolto a coloro che sono maggiormente a rischio di sviluppo di IAD. Alcune di queste azioni consistono in screening volti ad individuare anticipatamente alcuni casi (effettuati principalmente nelle scuole) o in programmi educativi nei diversi contesti.
3. **Indicato:** si concentra direttamente su singoli soggetti che sono già implicati nella dipendenza o che evidenziano segnali che possano prevederne lo sviluppo. Si può intervenire tramite gruppi di sostegno o programmi di risocializzazione (Romano J. L. and Hage S. M., 2000) (King D.L. et al., 2018).

4.2 Trattamenti innovativi e sperimentali

I progressi del mondo neuroscientifico ed i nuovi strumenti di neuroimaging stanno portando alla luce conoscenze sempre più approfondite riguardo l'encefalo ed il suo complesso funzionamento. Visto il coinvolgimento dei circuiti neurali nella IAD, tali scoperte stanno originando innovazioni significative anche per il trattamento di quest'ultima. Dunque, oltre agli interventi psicoterapeutici e farmacologici, anche quelli incentrati sulla neuromodulazione possono risultare utili, soprattutto per agire sull'utilizzo compulsivo, sull'alterazione del controllo esecutivo e sul craving, correlati principalmente alla disfunzione di alcuni circuiti neurali. Questa modalità di trattamento, malgrado ancora in evoluzione, può risultare più

efficace e precisa rispetto a quelle presentate precedentemente, in quanto è potenzialmente in grado di modificare il funzionamento alterato dei circuiti cerebrali.

Tra gli interventi di neuromodulazione si annoverano: la stimolazione magnetica transcranica ripetitiva non invasiva (rTMS), la stimolazione transcranica a corrente continua non invasiva (tDCS), il neurofeedback e le metodologie maggiormente invasive come la stimolazione cerebrale profonda (DBS). Ciò nonostante, soprattutto per l'approccio invasivo la possibilità di errore è ancora troppo elevata, dunque, momentaneamente, solo la modalità non invasiva viene utilizzata per l'intervento sulla IAD (Xu L. X. et al., 2022).

4.2.1 Stimolazione transcranica ripetitiva non invasiva (rTMS):

La rTMS è stata utilizzata inizialmente come modalità terapeutica per la dipendenza da sostanza, ma viste le molteplici caratteristiche comuni tra le due tipologie di dipendenza, soprattutto per quel che riguarda i circuiti neurali coinvolti, si è ritenuto che potesse essere efficace anche per le dipendenze comportamentali.

Si tratta di una stimolazione che non prevede l'irradiazione diretta della corrente elettrica per mezzo di elettrodi posti sul cuoio capelluto, ma di una sollecitazione elettromagnetica induttiva, in cui la corrente di breve durata passa tramite una bobina, dando origine ad un forte campo elettromagnetico in grado di depolarizzare i neuroni cerebrali bersaglio. Se tale campo elettrico è sufficientemente elevato il potenziale di membrana viene depolarizzato e dunque generato un potenziale d'azione. Tale eccitazione generata in una specifica regione cerebrale può diffondersi alle aree collegate per mezzo di connessioni cortico-corticali e cortico-subcorticali (Siebner H. R. et al., 2022).

La stimolazione magnetica transcranica non invasiva è quindi una modalità terapeutica che sfrutta i campi magnetici al fine di ripristinare il normale funzionamento dei circuiti neurali e di indurre un'alterazione delle risposte comportamentali. Può agire, ad esempio, sulle connessioni della corteccia frontale (rilevante per la sua funzione di gestione degli impulsi e delle decisioni) o sulle memorie patologiche correlate ai meccanismi di ricompensa dopaminergici.

Cuppone e i suoi colleghi hanno pubblicato uno studio su un paziente ricoverato nel 2018 per disturbo da gioco online. È stato utilizzato un trattamento multimodale, che includeva anche l'utilizzo della rTMS per la stimolazione della corteccia prefrontale dorsolaterale sinistra (I-DLPFC). Il soggetto aveva riferito di trascorrere tra le 9 e le 15 ore giornaliere a giocare; a seguito del trattamento il tempo di utilizzo di Internet si è ridotto a sole 2 ore, per lo più non dedicate al gioco, ma allo studio, che invece aveva trascurato precedentemente a causa della dipendenza. Il trattamento è durato 9 settimane e i risultati ottenuti sono stati estremamente

positivi e significativi, non solo per la riduzione del tempo trascorso su Internet, ma anche per il netto miglioramento riscontrato nella sua vita, soprattutto negli ambiti emozionale, umorale e relazionale (Cuppone D. et al., 2021).

4.2.2 Stimolazione transcranica a corrente continua non invasiva (tDCS):

Oltre alla rTMS si annovera tra le modalità terapeutiche della IAD anche la stimolazione transcranica a corrente continua non invasiva (tDCS). Consiste anch'essa in una stimolazione cerebrale, che sfrutta la corrente continua a bassa intensità per modulare i potenziali di membrana a riposo neuronale, effettuata tramite l'applicazione di due elettrodi. Differentemente dalla rTMS, questa stimolazione non è abbastanza forte da generare un potenziale d'azione, ma modula semplicemente la naturale attività della rete neuronale. Si distinguono la stimolazione anodica da quella catodica: la prima influenza positivamente l'eccitabilità corticale tramite la depolarizzazione (quindi una riduzione del GABA) ed il potenziamento a lungo termine modulando così il controllo inibitorio, la seconda invece riduce tale eccitabilità per mezzo dell'iperpolarizzazione (dunque una diminuzione del glutammato) e la depressione a lungo termine (Lee J-Y. et al., 2021).

La tDCS influisce sull'attività dei singoli neuroni provocando alterazioni nella velocità di attivazione di quest'ultimi o nel rilascio sinaptico, modulando quindi i processi cognitivi e le funzioni motorie. Di conseguenza, viene indotta una diminuzione del desiderio di dipendenza ed un maggior controllo degli impulsi (Das S. et al., 2016) (Lapenta O. M. et al., 2018).

Tuttavia, soprattutto per la tDCS, l'utilizzo per il trattamento della IAD ancora limitato.

4.2.3 Neurofeedback:

Per quanto concerne invece il neurofeedback, diversamente dalle modalità appena illustrate, l'encefalo non è direttamente stimolato, ma è tramite un feedback che il soggetto impara a modulare la sua attività neurale e ad autoregolarsi. Essenzialmente, viene monitorata la sua attività cerebrale tramite dei sensori e, quando si evidenziano determinate qualità significative ai fini degli obiettivi, l'individuo viene edotto attraverso un feedback visivo o uditivo. Ciò lo aiuterà, gradualmente, a sviluppare determinate strategie volte alla riduzione dell'attività cerebrale non desiderata o all'aumento di quella auspicata. Il neurofeedback può essere effettuato tramite l'elettroencefalogramma (neurofeedback EEG) o attraverso la risonanza magnetica funzionale (neurofeedback fMRI).

Si tratta di una tipologia di trattamento da utilizzare in un intervento multimodale, di nuova generazione nell'ambito di cura della dipendenza, che prevede un elevato grado di competenze ed è molto costoso. Inoltre, non sono ancora approfonditamente delineate le modalità di utilizzo

né gli effetti determinati, ma gli studi e le sperimentazioni a riguardo sono in pieno fervore (Luigjes J. et al., 2017).

Conclusione

Il presente elaborato ha cercato di illustrare ed analizzare le molteplici sfaccettature della dipendenza da Internet. Si evince come gli aspetti caratterizzanti ed i fattori ad essa correlati siano di natura multifattoriale e, soprattutto, come il rapido emergere del mondo neuroscientifico stia gradualmente contribuendo, con interessanti ed importanti apporti e nuove conoscenze, ad una delimitazione più chiara della condizione.

In correlazione, l'evoluzione degli strumenti, principalmente di neuroimaging, sta permettendo, anno dopo anno, di effettuare ricerche sempre più approfondite e di ottenere, conseguentemente, maggior chiarezza sul funzionamento cerebrale (Becker B. and Montag C., 2019) (Montag C. and Diefenbach S., 2018).

Coerentemente, tale lavoro si è proposto di evidenziare l'implicazione dei correlati neurali nella IAD e di sottolineare come la comprensione dei molteplici circuiti e delle numerose strutture cerebrali coinvolte in essa sia utile al fine di comprendere in che modo una semplice attività possa innescare un processo di sviluppo di dipendenza e, soprattutto, come queste conoscenze relative all'encefalo possano risultare importanti per valutarne gli effetti ed intervenire. Infatti, è stato analizzato anche come nell'ambito del trattamento di quest'ultima stiano emergendo nuove modalità di intervento che sfruttano proprio gli innovativi e sofisticati strumenti di neuroimaging e le conoscenze riguardo il funzionamento e le implicazioni cerebrali. Le diverse tecniche di stimolazione transcranica, invasive e non invasive, si stanno appunto rivelando efficaci per l'intervento sulla IAD (Wen X. et al., 2023).

Inoltre, emerge come gran parte degli studi sulla dipendenza da Internet derivino da quelli precedentemente effettuati sulla dipendenza da sostanza, in quanto le due tipologie di *addiction* risultano più simili di quel che potrebbe sembrare: cambia l'oggetto di dipendenza ma gran parte degli effetti e dei correlati neurali sono comparabili, ragion per cui anche alcune modalità di trattamento sono adoperabili in entrambi i casi (Kim H. et al., 2019).

Tuttavia, essendo la IAD una forma di dipendenza relativamente nuova, o perlomeno più recente rispetto alla dipendenza da sostanza, le conoscenze a riguardo sono ancora abbastanza limitate, così come le possibilità di intervento. Ciò nonostante, siccome Internet è sempre più parte integrante della quotidianità e dell'ambito lavorativo e scolastico, la IAD sembra essere un fenomeno in crescita, motivazione per la quale si presuppone che l'interesse a riguardo possa aumentare, conducendo conseguentemente ad una possibile maggiore chiarezza sulla dipendenza in questione. Ad oggi, infatti, le ricerche effettuate su codesto ambito corrispondono

ancora ad un numero relativamente limitato, motivo per cui determinati aspetti esposti nell'elaborato non sono stati presentati in termini di assoluta certezza (Duong X. L. et al., 2020). La decisione di affrontare tale tematica è derivata dalla curiosità verso il mondo neuroscientifico, associata ad una condizione che viene riscontrata sempre più frequentemente (la IAD). L'idea è nata dalla volontà di combinare un interesse personale ad una problematica che, siccome molto attuale e in parte ancora oscura, richiede sicuramente un'adeguata considerazione.

A tal proposito è rimarchevole l'apporto che le scoperte del mondo neuroscientifico stanno conferendo all'ambito conoscitivo e di conseguenza a quello applicativo ed è interessante come, potenzialmente, tale settore potrebbe in futuro far luce su aspetti del funzionamento umano ad oggi ancora sconosciuti (Matusz P. et al., 2019).

Bibliografia

- Alavi S. S., Ferdosi M., Jannatifard F., Eslami M., Alaghemandan H. and Setare M. (2012). Behavioral Addiction versus Substance Addiction: Correspondence of Psychiatric and Psychological Views. *International Journal of Preventive Medicine*. Vol. 3, issue 4, p. 290-294.
- American Psychiatric Association (2013), *Manuale diagnostico e statistico dei disturbi Mentali (DSM)*. Quinta edizione (DSM-5), trad. it. Raffaello Cortina, Milano (2014).
- American Psychiatric Association (2022), *Manuale diagnostico e statistico dei disturbi Mentali*, Quinta edizione “text revision” (DSM-5-TR), trad. it. Raffaello Cortina, Milano (2023).
- Angres D. H. and Bettinardi-Angres K. (2008). The Disease of Addiction: Origins, Treatment, and Recovery. *Disease-a-Month*. Vol. 54, issue 10, p. 696-721.
- Annunzi E., Cannito L., Piccinini A., Di Domenico A., Dell’Osso B., Palumbo R. and D’Addario C. (2022). Genetic and epigenetic of internet addiction in young adult university students – suggestion a role for oxytocin receptor gene DNA methylation. *Neuroscience Applied*.
- Balconi M., Venturella I. and Finocchiano R. (2017). Evidences from Rewarding System, FRN and P300 Effect in internet-Addiction in Young people. *Affective and Social Neuroscience*.
- Becker B. and Montag C. (2019). Psychological and neuroscientific advances to understand Internet Use Disorder. *Journal of Neuroforum*. Vol 25, issue 2.
- Beecher L. (1827). *Six sermons on the nature, occasions, signs evils, and remedy of intemperance*. American Tract Society.
- Brand M., Young K. S. and Laier C. (2014). Prefrontal control and Internet Addiction: a theoretical model and review of neuropsychological and neuroimaging findings. *Frontiers in Human Neuroscience*.
- Cantelmi T., Talli M., Del Miglio C. and D’Andrea A. (2000). *La mente in Internet, psicopatologia delle condotte on-line*. Ed. Piccin, Padova.
- Cantelmi T., Del Miglio C. and Del Gamba A. (2002). Variabili psicopatologiche correlate all’uso-abuso di Internet. *Italian Journal of Psychopathology*. Vol. 8, issue 2.
- Chen C. Y., Yen J. Y., Wang P. W., Liu G. C., Yen C. F. and Ko C. H. (2016). Altered Functional Connectivity of the Insula and Nucleus Accumbens in Internet Gaming Disorder: A Resting State fMRI Study. *European Addiction Research*. Vol. 22, issue 4, p. 192-200.
- Cinti M. E. (2004). *Internet Addiction Disorder, un fenomeno sociale in espansione*. P. 1.

Colombo M. and Calderaro M. (2021). Internet addiction and criminal phenomenology: an insight on the Social Networking Sites addiction and the online death games. *Rivista di Psicopatologia Forense*. Vol. 26.

Cuppone D., Gómez Pérez L. J., Cardullo S., Cellini N., Sarlo M., Soldatesca S., Chindamo S., Madeo G. and Gallimberti L. (2021). The role of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) in the treatment of behavioral addictions: Two case reports and review of the literature. *Journal of Behavioral Addictions*. Vol. 10, issue 2, p. 361-370.

Das S., Holland P., Frens M. A. and Donchin O. (2016). Impact of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Neuronal Functions. *Frontiers in Neuroscienze*. Vol. 10.

Davis R. A. (2001). A cognitive-behavioral model of pathological Internet use, *Computers in Human Communication*. Vol. 17, issue 2, p. 187-195.

De Nardi L., Carpentieri V., Pascale E., Pucci M., D'Addario C., Cerniglia L., Adriani W. And Cimino S. (2020). Involvement of DAT1 Gene on Internet Addiction: Cross-Correlations of Methylation Levels in 5'-UTR and 3'-UTR Genotypes, Interact with Impulsivity and Attachment-Driven Quality of Relationship. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 17, issue 21.

Duong X. L., Liaw S. Y. and Pradel Mathurin Augustin J. L. (2020). How has Internet Addiction been Tracked Over the Last Decade? A Literature Review and 3C Paradigm for the Future. *International Journal of Preventive Medicine*. Vol. 11, issue 175.

El-Khoury J., Haidar R., Kanj R. R., Ali L. B. and Majari G. (2021). Characteristics of social media 'detoxification' in university students. *Libyan Journal of Medicine*. Vol. 16, issue 1.

Fata A. (2012). Internet Addiction disorder, una review. *Psychiatry Online Italia*.

Fenichel O. (1951). *Trattato di Psicoanalisi*. Trad. it. Astrolabio.

Fiore V. G., Ognibene D., Adinoff B. and Gu X. (2018). A Multilevel Computational Characterization of Endophenotypes in Addiction. *eNeuro*. Vol. 5, issue 4.

Firth J., Torous J., Stubbs B., Firth J. A., Steiner G. Z., Smith L., Alvarez-Jimenez M., Gleeson J., Vancampfort D., Armitage C. J. and Sarris J. (2019). The "online brain": how the brain may be changing our cognition. *World Psychiatry*. Vol. 18, issue 2, p.119-129.

Frankfurt H. (1971). Freedom of the will and the concept of a person. *Journal of Philosophy*. Vol. 68

Friston K., Shiner T., FritzGerald T., Galea J. M., Adams R., Brown H., Dolan R. J., Moran R., Stephan K. E. and Bestmann S. (2012). Dopamine, affordance and active inference. *Plos Computational Biology*, Vol. 8, issue 1.

Friston K., Rigoli F., Ognibene D., Mathys C., FritzGerald T. and Pezzulo G. (2015). Active Inference and epistemic value. *Cognitive Neuroscienze*. Vol. 6, issue 4. P. 187-214.

Foddy B. and Savulescu J. (2010). A Liberal Account of Addiction. *Philosophy, Psychiatry & Psychology*.

Geisel O., Banas R., Schneider M., Hellweg R. and Muller C. A. (2013). Serum levels of brain-derived neurotrophic factor in patients with internet use disorder. *Psychiatry Research*. Vol 209, issue 3, p. 525-528.

Goldberg I. (1995). Internet Addiction Disorder (IAD) Diagnostic Criteria.

Goodman A. (1990). Addiction: definitions and implications. *British Journal of Addiction*. Vol. 85, issue 11, p.1403-1408.

Goslar M., Leibetseder M. Muench H. M., Hofmann G. and Laireiter A-R. (2020). Treatments for internet addiction, sex addiction and compulsive buying: A meta-analysis. *Journal of Behavioral Addictions*. Vol. 9, issue 1, p. 14-43.

Grant J. E., Brewer A. and Potenza M. (2014). The neurobiology of substance and behavioral Addictions. *CNS Spectrums*. Vol. 11, issue 12, p. 924-930.

Griffiths M. (1996). Nicotine, tobacco and addiction. *Nature*. Vol. 384, p.18.

Haghighatfard A., Ghaderi A. H., Mostajabi P., Kashfi S., Mohabati H., Shahrani M., Mehraza M., Haghighat S., Farhadi M., Sefat M. M., Shiryazdi A. A., Ezzati N., Qazvini M. G., Alizadenik A. and Restegari Moghadam E. (2023). The first genome-wide association study of internet addiction; Revealed substantial shared risk factors with neurodevelopmental psychiatric disorders. *Research in developmental Disabilities*. Vol. 133.

Han D. H., Bolo N., Daniels M. A., Arenella L., Lyoo I. K. And Renshaw P. F. (2011). Brain activity and desire for Internet video game play. *Comprehensive Psychiatry*. Vol 52, issue 1, p. 88-95.

Hootsuite and We Are Social. (2022). Global Digital Report. Gennaio 2022. Internet Live Stats: Internet use.

Kato A., Shimomura K., Ognibene D., Parvaz M. A., Berner L. A-. Morita K. And Fiore V. G. (2022). Computational models of behavioral addictions: State of the art and future directions. *Addictive Behaviors*. Vol. 140.

Kieffer B. L. and Gavériaux-Ruff C. (2002). Exploring the opioid system by gene knockout. *Progress in neurobiology*. Vol. 66, issue 5, p. 285-306.

Kim E., Lee D., Do K. and Kim J. (2022). Interaction Effects of DRD2 genetic Polymorphism and Interpersonal Stress on Problematic gaming in College Students. *The Journal of Addiction Medicine*. Vol. 6, issue 3, p. 191-195.

Kim H., Kim Y. K., Lee J. Y. and Choi J. S. (2019). Hypometabolism and altered metabolic connectivity in patients with Internet gaming disorder and alcohol use disorder. *Prog. NeuroPsychopharmacol. Biol. Psychiatry*. Vol. 95.

Kim J. Y., Jeong J. E., Rhee J. K., Cho H., Chun J. W., Kim T. M., Choi S. W., Choi J. S. and Kim D. J. (2016). Targeted exome sequencing for the identification of a protective variant against Internet gaming disorder at rs2229910 of neurotrophic tyrosine kinase receptor, type 3 (NTRK3): a pilot study. *Journal of Behavioral Addiction*. Vol. 5, issue 4, p. 631-638.

King D. L., Delfabbro P. H., Doh Y. Y., Wu A. M. S., Kuss D. J., Pallesen S., Mentzoni R., Carragher N. and Sakuma H. (2018). Policy and prevention approaches for disordered and hazardous gaming and Internet use: An international perspective. *Prevention Science*. Vol. 19, issue 2, p.233-249.

Ko C. H., Hsieh T. J., Chen C. F., Yen J. Y. (2014). Altered brain activation during response inhibition and error processing in subjects with Internet gaming disorder: a functional magnetic imaging study. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neuroscienze*. Vol. 264, issue 8, p. 661-672.

Korpi E. R., Den Hollander B., Farooq U., Vashchinkina E., Rajkumar R., Nutt D. J., Hyttia P. and Dawe G. S. (2015). Mechanisms of Action and Persistent Neuroplasticity bu Drugs of Abuse. *Pharmacol Review*. Vol. 67. Issue 4.

Kósa G., Feher G., Horvath L., Zadori I., Nemeskeri Z., Kovacs., Fejes É., Meszaros J., Banko Z. and Tibold A. (2022). Prevalence and Risk Factors of Problematic Internet Use among Hungarian Adult Recreational Esports Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 19, issue 6.

Kragel P. A., Treadway M. T., Admon R., Pizzagalli D. A. and Hahn E. C. (2022). A mesocorticolimbic signature of pleasure in the human brain. *Biorxiv*.

Kuss D. J., Griffiths M. D., Karila L. and Billieux J. (2014). Internet Addiction: A Systematic Review of Epidemiological research for the Last Decade. *Current Pharmaceutical Design*. Vol. 20, issue 25, p. 4026-4052.

Lapenta O. M., Marques L. M., Rego G., Comfort W. E. and Boggio P. S. (2018). tDCS in Addiction and Impulse Control Disorder. *The Journal of ECT*. Vol. 34, issue 3, p. 182-192.

Lee J-Y., Jang J. H., Choi A. R. C., Chung S. J., Kim B., Park M., Oh S., Jung M. H. and Choi J-S. (2021). Nueromodulatory Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Resting-State EEG Activity in Internet Gaming Disorder: A Randomized, Double-Blind, Sham-Controlled Parallel Group Trial. *Cerebral Cortex Communications*. Vol. 2, issue 1, p. 1-10.

- Lee Y. S., Han D. H., Yang K. C., Daniels M. A., Na C., Kee B. K. and Renshaw P. F. (2008). Depression like characteristics of 5HTTLPR polymorphism and temperament in excessive internet users. *Journal of Affective Disorders*. Vol. 109, issues 1-2, p. 165-169.
- Leeman R. F. and Potenza M. N. (2014). A Targeted review of the Neurobiology and genetics of behavioral Addictions: An Emerging Area of Research. *The Canadian Journal of Psychiatry*. Vol. 58, issue 5, p. 260-273.
- Leshner A. I. and Koob G. F. (1999). Drugs of abuse and the brain. *Proceedings of the Association of American Physicians*. Vol. 11, issue 2, p. 99–108.
- Li M., Chen J., Li N. and Li X. (2014). A twin study of problematic Internet use: its heritability and genetic association with effortful control. *Twin Res. Hum. Genet.* Vol. 14, issue 4, p. 279-287.
- Lin F., Zhou Y., Du Y., Qim L., Zhao Z., Xu J. and Lei H. (2012). Abnormal White Matter Integrity in Adolescents with Internet Addiction Disorder: A Tract-Based Spatial Statistics Study. *Plos One*. Vol. 7, issue 1.
- Liu J., Nie J. and Wang Y. (2017). Effects of group counseling programs, cognitive behavioral therapy, and sports intervention on internet addiction in East Asia: A systematic review and meta-analysis. *International journal of environmental research and public health*, Vol. 14, issue 12, p. 1470.
- Luigjes J., Segrave R., De Joode N., Figeo M. and Denyes D. (2017). Efficacy of Invasive and Non-Invasive Brain Modulation Interventions for Addiction. *Neuropsychology Review*. Vol. 29, p. 116-138.
- Majuri J. (2019). Dopamine, opioid and serotonin neurotransmission in behavioral addictions. *Turun Yliopiston Julkaisuja – Annales Universitatis Turkuensis*.
- Matusz P., Dikker S., Huth A. G. and Perrodin C. (2019). Are we ready for real-world neuroscience? *Journal of Cognitive Neuroscience*. Vol.31, issue 3, p. 327-338.
- Mihajlov, M. and Vejmelka, L. (2017). Internet addiction: a review of the first twenty years. *Psychiatria Danubina*. Vol. 29, issue. 3, pp 260-272.
- Miller E. K. and Cohen J. D. (2001). An Integrative Theory of Prefrontal Cortex Function. *Annual Review of Neuroscience*. Vol. 24., p. 167-202.
- Minutillo A., Beretta P., Canuzzi P., La Sala L. and Pacifici R. (2022). Dipendenze da Internet. *Istituto Superiore di Sanità*. Cap. 1, p. 18.
- Montag C., Kirsch P., Sauer C., Markett S. and reuter M. (2012). The Role of the CHRNA4 gene in Internet Addiction. A Case-control Study. *Journal of Addiction Medicine*. Vol. 6, issue 3, p. 191-195.

Montag C. and Diefenbach S. (2018). Towards Homo Digitalis: Important Research issues for psychology and the Neurosciences at the Dawn of the Internet of Things and the Digital Society. MDPI. Vol. 10, issue 2, p. 415.

Montag C., Duke É. And Reuter M. (2019). A Short Summary of Neuroscientific Findings on Internet Addiction. Springer. Seconda edizione, cap. 12.

Montague P. R., Dayan P. and Sejnowski T. J. (1996). A framework for mesencephalic dopamine systems based on predictive Hebbian Learning. The Journal of Neuroscience. Vol. 16, issue 5.

Morahan-Martin J. and Schumacher P. (2000). Incidence and correlates of pathological Internet use among college students. Computers in Humans Behavior. Vol. 16, issue 1, p. 13-29.

Olds J. and Milner P. (1954). Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain. Journal of Comparative and Physiological Psychology. Vol. 47, issue 6, p. 419-427.

Ophir E. and Wagner A. D. (2009). Cognitive control in media multitaskers. Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol. 106. Issue 37, p. 15583-15587.

Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS). (2016). Classificazione Statistica Internazionale delle Malattie e dei Problemi Sanitari Correlati (ICD). Decima revisione, quinta edizione (ICD-10).

Panksepp J. (2004). Affective Neuroscience: The Foundation of Human and Animal Emotions. Oxford University Press.

Peele S. and Brodsky A. (1979). A Love and Addiction. Taplinger.

Pelizza L. and Bonazzi F. (2008). Psicopatologia del piacere. Giornale Italiano di psicopatologia. Vol. 14, p. 293-306.

Pinel J. P. J. and Barnes S. J. (2021). Psicobiologia. University of British Columbia. Decima edizione. Issue 15, p. 407-408.

Pop-Jordanova N. and Loleska S. (2021). Neuropsychological correlates of Internet addiction. Contributions. Sec. of Med. Sci., XLII 3. Vol. 42, issue 3, p.17-28.

Romano J. L., and Hage S. M. (2000). Prevention and counseling psychology: Revitalizing commitments for the 21st century. The Counseling Psychologist. Vol. 28, issue 6, p. 733-763.

Ryding F. C. and Kaye L. K. (2017). Internet Addiction: a Conceptual Minefield. International Journal of mental Health and Addiction. Vol. 16, p. 225-232.

Santangelo O. E., Provenzano S. and Firenze A. (2022). Risk Factors for Addictive Behaviors: A general Overview. International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 19, issue 11.

Savci M. and Aysan F. (2016). The Role of Attachment Styles, Peer Relations, and Affections in prediction Internet Addiction. *The Turkish Journal on Addiction*. Vol. 3, issue 3, p. 416-432.

Saville B. K., Gisbert A., Kopp J. and Telesco C. (2010). Internet Addiction and Delay Discounting in College Students. *The Psychological Record*. Vol. 60, p. 273-286.

Schultz W. (2015). Neuronal Reward and Decision Signals: From Theories to Data. *Physiology Review*. Vol. 95.

Seo H. S., Jeong E. K., Kwon Y., Park H. J. and Kim I. (2020). Changes of Neurotransmitters in Youth with Internet and Smartphone Addiction. A Comparison with Healthy Controls and Changes after Cognitive behavioral Therapy. *AJBR Am J Neuroraiol*. Vol. 41, p. 1293-1301.

Shanshan L., Qianjin W., Cheng T., Zichao C. and Li L. (2020). Exercise-Based Interventions for Internet Addiction: Neurobiological and Neuropsychological Evidence. *Frontiers in Psychology*. Vol. 11.

Siebner H. R., Funke K., Aberra A., Bestmann S., Chen R., Classen J., Davare M., Di Lazzaro V., Fox P. T., Hallet R., Karabanov A. N., Kesselheim J., Beck M. M., Koch G., Liebetanz D., Meunier S., Miniussi C., Paulus W., Peterchev A. V. and Uguwa Y. (2022). Transcranial magnetic stimulation of the brain: What is stimulated? – A consensus and critical position paper. *Clinical Neurophysiology*. Vol. 140, p. 59-97.

Smolnikova M. and Tershchenko S. (2020). Genetic association of the rs4680 COMT and RS1044396 CHRNA4 with internet addiction in Siberian adolescents. *Conference Paper*.

Sparrow B., Liu J. and Wegner D. M. (2011). Google effects on memory: cognitive consequences of having information at our fingertips. *Science*. Vol. 333, issue 6042, p.776-778.

Sussman S. and Sussman A. N. (2011). Considering the definition of addiction. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 8, issue 10, p. 4025-4038.

Sutton R. S. and Barto A. G. (1998). *Reinforcement Learning*. Cambridge, MA: MIT Press

Trappenberg T. P. (2002). *Fundamentals of computational neuroscience*. United States, Oxford University Press.

Turel O. and Serenko A. (2010). Is mobile email addiction overlooked? *Communication of the ACM*. Vol. 53, issue 5, p. 41.

Vink J. M., Van Beijsterveldt T. C. E. M., Huppertz C., Bartels M. and Boomsma D. I. (2016). Heritability of compulsive Internet use in adolescents. *Addiction Biology*. Vol. 21, issue 2, p. 460-468.

Wen X., Yue L., Du Z., Li L., Zhu Y., Yu D. and Yuan K. (2023). Implications of neuroimaging findings in addiction. *Psychoradiology*. Vol. 3, p. 1-6.

Werling A. M. and Grunblatt E. (2022). A review of the genetic basis of problematic Internet use. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. Vol. 46, issue 3.

Wiesbeck G. A. and Taschner K. L. (1993). Comments on the definition of so called “new addiction”. *Versicherungsmedizin*. Vol. 45, issue 3, p. 82-85.

Wise R. A. and Robble M. A. (2020). Dopamine and Addiction. *Annual Review of Psychology*. Vol. 71, p. 79-106.

World Health Organization (WHO). (2019). *International Statistical Classification of Diseases and related Health Problems (ICD)*. Undicesima versione (ICD-11).

Wong T. W., Yuen K.S.L. and Li W.O. (2015). A basic need theory approach to problematic Internet use and the mediating effect of psychological distress. *Frontiers in Psychology*. Vol. 5, articolo 1562.

Xu L., Geng X., Zhang J. L., Guo X., Potenza M. N. and Zhang J. T. (2022). Neuromodulation treatments of problematic use of the Internet. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. Vol. 48, issue 5.

Yaunin Y., Nurdin A. E., Darwin E. and Yanwirasti Y. (2021). The Relationship between Stress, Personality, Dopamine Transporter, and Serotonin Level with Internet Addiction in Secondary School Students in Padang. *Scientific Foundation SPIROSKI*. Vol. 9, issue T3, p. 335-339.

Young K. S. (1996). Internet addiction: the emergence of a new clinical disorder. Paper presented at the 104th annual convention of the American Psychological Association in Toronto, Canada.

Young K. S. (1998). Internet Addiction: The Emergence of a New Clinical Disorder. *CyberPsychology & Behavior*. Vol. 1, issue 3, p. 237-244.

Young K. S. and Rogers R. C. (1998). The relationship between depression and Internet addiction. *Cyberpsychology Behavior*. Vol 1. Issue 1. P- 25-28.

Young K. S. (1999). *Internet Addiction: Symptoms, Evaluation, And Treatment*. L. VandeCreek & T. L. Jackson (Eds.), Sarasota, FL: Professional Resource Press. Vol. 17.

Young K. S. (2004). A New Clinical Phenomenon and Its Consequences. *American Behavioral Scientist*. Vol.48, issue 4, p. 402-415.

Young K. S. (2013). Treatment outcomes using CBT-IA with Internet-addicted patients. *Journal of Behavioral Addictions*. Vol. 2, issue 4, p. 209-215.

Yuan K., Qin W., Wang G., Zeng F., Zhao L., Yang X., Liu P., Liu J., Sun J., Von Deneen K. M., Gong Q., Liu Y. and Tian J. (2011). Microstructure Abnormalities in Adolescents with Internet Addiction Disorder. *Plos One*. Vol. 6, issue 6.

Yuan K., Cheng P., Dong T., Bi Y., Xing L., Yu D. (2013). Cortical Thickness Abnormalities in Late Adolescence with Online Gaming Addiction. Vol. 8, issue 1.

Zajac K., Ginley M. K., Chang R. and Petry N. M. (2018). Treatments for Internet Gaming Disorder and Internet Addiction: A Systematic Review. Psychology of Addictive Behaviors. Vol. 31, issue 8, p. 979-994.

Zheng R. (2022). Pleasure and Achievement: Dopamine and Endorphins. Highlights in Sciences, Engineering and Technology. Vol. 6.

Zhou Y., Lin F. C., Du Y. S., Zhao Z. M., Xu J. R. and Lei H. (2011). Gray matter abnormalities in Internet addiction: a voxel-based morphometry study. Eur. J. Radiol. Vol. 79, issue 1, p.92-95.

Ringraziamenti

Sono molte le persone da ringraziare per aver contribuito al raggiungimento di questo traguardo, per avermi sostenuta in questi tre anni di università e in tutti gli altri ambiti della mia vita.

Sicuramente il grazie più grande va alla mia famiglia: a mamma Sabrina, a papà Remo, alla mia sorellina Erica, a mia nonna Lella e ai nonni che mi sostengono da lassù.

È stato fondamentale anche il supporto e la vicinanza del mio ragazzo Alessandro, della mia migliore amica Francesca, di Federica (la mia coinquilina) e dei Professori dell'Università della Valle d'Aosta, in particolare del mio Relatore.

Ve ne sono grata.

Tuttavia, il ringraziamento più grande penso vada a me stessa, senza la quale nulla sarebbe stato possibile.

Ringrazio me stessa per non aver mai mollato, per averci creduto sempre e per essermi supportata quando nessun altro lo stava facendo. Grazie alla mia determinazione, a quel maledetto orgoglio e a quella voglia di sfidarmi che mi hanno spinto a guardare sempre più in alto.

Mi auguro che questo sia un piccolo e primo frutto della mia passione e della mia tenacia.

A tutti quei sacrifici e all'impegno che, giorno dopo giorno, mi stanno portando sempre più nella direzione dei miei sogni.

A me stessa, alla mia persona e ai miei progetti futuri.