

***Lo stato dell'arte riguardo l'utilizzo della realtà virtuale nel trattamento dell'ansia e la presentazione di un nuovo software***



Angela Benigni\*, Domenica Casieri\*,  
Giuseppe Romano\*\*

[Ricevuto l'11 dicembre 2020  
Accettato il 26 dicembre 2020]

**Sommario**

In questo articolo è presentata una breve rassegna sullo stato dell'arte per quanto riguarda l'efficacia dell'implementazione della realtà virtuale (VR) nel trattamento dei disturbi d'ansia secondo l'approccio cognitivo-comportamentale, con particolare attenzione all'intervento basato sull'esposizione con prevenzione della risposta (ERP).

Sono stati passati in rassegna gli studi che hanno utilizzato l'esposizione in VR per il trattamento dei principali disturbi d'ansia (aerofobia, acrofobia, claustrofobia, *driving phobia*, aracnofobia, disturbo d'ansia sociale, disturbo post-traumatico da stress, disturbo di panico con agorafobia, disturbo d'ansia generalizzato); una sessione in particolare è stata dedicata agli studi che hanno preso in esame il trattamento del disturbo ossessivo-compulsivo.

Le ricerche condotte in merito all'utilizzo dell'esposizione in VR suggeriscono che i risultati ottenuti a fine trattamento si estendono anche alla vita reale e non ci sono differenze significative rispetto ai risultati ottenuti con l'esposizione *in vivo* a fine trattamento e al *follow-up*.

In conclusione, verrà descritto un software che è in fase di realizzazione, progettato per garantire un'esperienza, quanto più realistica possibile, di esposizione in VR attraverso la personalizzazione e la taratura dei parametri sulla specifica problematica del paziente.

*Parole chiave:* realtà virtuale, esposizione con prevenzione della risposta, software.

\* Scuola di Psicoterapia Cognitiva, sede di Ancona; Brain srls.

\*\* Scuola di Psicoterapia Cognitiva, sede di Ancona; Università "Guglielmo Marconi" Roma.

Autore corrispondente: Angela Benigni, Brain srls, Larino (CB), Via Mazzini, n. 4. Tel: 3518083866. e-mail: brainsrls1@gmail.com

*Quaderni di Psicoterapia Cognitiva (ISSN 1127-6347, ISSN e 2281-6046), n. 47/2020*

Doi: 10.3280/qpc47-2020oa11203

Angela Benigni, Domenica Casieri, Giuseppe Romano

## Abstract

*The state of art about the use of Virtual Reality in the treatment of anxiety and the presentation of a new software*

In this article is presented a brief review of the state of the art regarding the efficacy of the Virtual Reality (VR) use in anxiety disorders treatment according to the Cognitive Behavioral approach, with a special attention on the intervention based on Exposure and Response Prevention (ERP).

The studies that used VR exposure for the treatment of major anxiety disorders studies were reviewed (aerophobia, acrophobia, claustrophobia, driving phobia, arachnophobia, social anxiety disorder, post-traumatic stress disorder, panic with agoraphobia, generalized anxiety disorder); one session was dedicated to studies that examined the treatment of obsessive compulsive disorder.

The research in this field suggests that the results obtained at the end of the treatment also extend to real life and there are no significant differences compared to the results obtained with in vivo exposure at the end of the treatment and the follow-up.

In conclusion, we will describe a software that is under construction, that has been designed to guarantee the most realistic experience of VR Exposure as possible, through the customization and calibration of the parameters on the specific patient's problem.

*Key words:* Virtual Reality, Exposure and Response Prevention, software.

## Introduzione

Il sistema della realtà virtuale è una combinazione di dispositivi tecnologici che consente all'utilizzatore di creare, esplorare ed interagire con ambienti in 3D. Questo è reso possibile da alcuni strumenti di input, guanti e *tracker*, che inviano la posizione e i movimenti dell'utente al computer in tempo reale consentendogli di cambiare la grafica degli ambienti virtuali in maniera coerente con le informazioni acquisite, un software che consente la costruzione e il mantenimento dell'ambiente virtuale e dispositivi di output, visivi, uditivi e aptici, che rimandano un *feedback* dell'interazione all'utilizzatore. L'interazione di questi dispositivi permette all'utilizzatore di immergersi e di percepire un certo grado di "presenza" all'interno del mondo virtuale (Repetto e Riva, 2011).

La *Virtual Reality* (VR) permette dunque di provare esperienze sensoriali di luoghi o oggetti, reali o immaginari, inducendo la sensazione di un reale coinvolgimento grazie a segnali visivi e uditivi ed alla possibilità di interagire con movimenti di corpo, testa e arti. Gli studi sui disturbi d'ansia hanno dimostrato che l'utilizzo della realtà virtuale nella terapia è da considerarsi un valido aiuto per svolgere sessioni di esposizioni utili a superare il problema.

L'uso della realtà virtuale nella terapia basta sull'esposizione si basa sull'assunto che, nell'ambiente virtualmente ricostruito, il paziente sperimenta paura ed ansia di fronte agli stimoli temuti.

La possibilità di controllare un ambiente artificiale e introdurre una serie di stimoli può fornire funzionalità aggiuntive alla psicoterapia standard, portando a una maggiore creatività e flessibilità nell'esplorazione e nella comprensione dei problemi individuali, delle preoccupazioni e dei problemi di salute del paziente.

L'esposizione con prevenzione della risposta (E/RP) è un intervento di dimostrata efficacia per il trattamento dei disturbi d'ansia. L'esposizione è un processo in cui il paziente viene progressivamente esposto allo stimolo temuto o alla situazione che elicitava disagio per un lasso di tempo maggiore a quello che il normale tollerava, prevenendo l'emissione dei comportamenti di sicurezza (comportamenti ritualistici, protettivi e/o attività mentali di neutralizzazione) normalmente messi in atto durante o dopo il contatto con la situazione ansiogena. Si assisterà gradualmente ad una riduzione dell'ansia provata dal paziente per effetto del contatto prolungato con lo stimolo ansiogeno. Nell'ambito della terapia tradizionale dei disturbi d'ansia, la tecnica dell'esposizione può essere applicata *in vivo* o in immaginazione: la prima implica che il paziente affronti le situazioni temute nella vita reale mentre l'esposizione immaginativa dipende dal fatto che il paziente sia in grado di immaginare in modo efficace gli stimoli temuti (Abramowitz *et al.*, 2019).

Esiste un terzo tipo di esposizione chiamata VRE (esposizione in realtà virtuale) del cui utilizzo si vuole discutere nella seguente presentazione. Dalle ricerche effettuate (Bandelow *et al.*, 2015) sull'utilizzo della VRET nel trattamento dei disturbi d'ansia si evince che i pazienti riferiscono maggior soddisfazione per la terapia basata sulla VR e la trovano più accettabile rispetto agli approcci tradizionali.

Tradizionalmente esistono due tipologie di esposizione: *in vivo*, cioè attraverso il contatto diretto con lo stimolo temuto e con le sensazioni spiacevoli da esso generate, mentre, l'esposizione immaginativa consiste nella rappresentazione mentale dello stimolo temuto; entrambi questi metodi presentano però dei limiti.

L'esposizione immaginativa risulta infatti difficile per alcuni pazienti che hanno scarse abilità nel creare immagini mentali; ricostruire nella mente uno stimolo temuto può essere reso inoltre inaccurato a causa della paura stessa che generano tali immagini.

Anche l'esposizione *in vivo* presenta delle limitazioni: alcuni pazienti infatti possono essere contrari ad esporsi agli stimoli temuti nella realtà; l'esposizione *in vivo*, inoltre, non è sotto il completo controllo del terapeuta, il quale, non può prevedere né evitare eventuali imprevisti.

Infine, alcune esposizioni risultano poco economiche o praticabili da effettuarsi *in vivo*, come nel caso della paura di volare, o comunque richiedono un certo sforzo da parte sia del terapeuta sia del paziente che, dovendo lavorare insieme in situazioni stressanti reali, devono incontrarsi al di fuori dello studio.

L'utilizzo della realtà virtuale (VR) nel trattamento dei disturbi d'ansia supera molte delle limitazioni sopracitate e per questo negli anni ha attirato l'interesse di molti clinici. L'esposizione in realtà virtuale, al contrario di quella *in vivo*, si ritrova ad essere sotto il completo controllo del terapeuta, il quale, può generare gli stimoli di intensità diversa a seconda delle necessità del paziente ed eventualmente interrompere l'esposizione in caso di eccessiva attivazione emotiva; inoltre, durante tale esposizione è possibile riprodurre stimoli/ situazioni specifici per il paziente, procedendo dallo stimolo/ evento meno attivante a quello maggiormente attivante, progredendo lungo la gerarchia ad un ritmo personalizzato.

## Metodo

Come già indicato in precedenza, attualmente numerose prove dimostrano che l'uso della realtà virtuale per scopi clinici si è rivelato essere efficace dal punto di vista terapeutico, per cui è possibile aspettarsi che sempre più spesso tale strumento potrà essere adottato all'interno del *setting* ed essere applicato, in termini strategici, in un progetto di trattamento, soprattutto dei disturbi d'ansia.

L'obiettivo principale di questo articolo è descrivere lo stato dell'arte circa l'efficacia della realtà virtuale nel trattamento dei disturbi d'ansia e di presentare un nuovo software di realtà virtuale, per il trattamento di tali disturbi, in fase di studio e di progettazione, ideato con l'intento di essere quanto più personalizzabile e tarabile sulla specifica problematica del paziente.

A tale scopo, di seguito, sono stati scelti alcuni dei principali contributi presenti in letteratura che saranno descritti cercando di evidenziare le caratteristiche peculiari, il target di riferimento e, quando possibile, anche le prove di efficacia.

A conclusione, verrà descritto il software che è attualmente in fase di progettazione e cerca di superare alcuni dei limiti tipici delle attuali proposte disponibili.

## **Risultati**

Sempre più studi dimostrano (Cieślak *et al.*, 2020) l'efficacia della *Virtual Reality Exposure Therapy* (VRET), ne rilevano la validità nel trattamento di fobie, del disturbo post-traumatico da stress, del disturbo di panico e un ausilio importante nella gestione dello stress. Sembra inoltre, essere efficace anche nel trattamento delle dipendenze, dell'obesità, dei disturbi della nutrizione e dell'alimentazione e dell'autismo.

Ma è nel campo dei disturbi d'ansia che sembra avere un maggior effetto sia sul processo terapeutico che sull'esito della terapia. Nell'uso della VRET, all'interno del trattamento dei disturbi d'ansia, infatti, i pazienti riferiscono maggior soddisfazione per la terapia attuata tramite questa metodologia e con l'applicazione di questi strumenti e la trovano più accettabile rispetto agli approcci tradizionali (Maples-Keller *et al.*, 2007).

### *Aereofobia*

Riguardo l'uso della VRET con le fobie specifiche, le ricerche hanno indagato, in particolare, l'aereofobia (paura di volare): due studi hanno dimostrato riduzioni significative nell'ansia legata al volo (Ferrand *et al.*, 2015) e anche un aumento della probabilità di volare su un aereo dopo il trattamento (Kahan *et al.*, 2000).

Studi randomizzati e controllati (RCT), basati sull'esposizione in VR, hanno dimostrato una riduzione dei sintomi e cambiamenti comportamentali (ad es. riduzione dell'evitamento) superiori rispetto alle condizioni di controllo ed equivalenti a quelli della terapia cognitivo-comportamentale tradizionale (Rothbaum *et al.*, 2000; Krijn *et al.*, 2007; Triscari *et al.*, 2015).

I miglioramenti ottenuti persistono anche dopo tre mesi dal trattamento (Wiederhold *et al.*, 2003). Inoltre, è stato dimostrato come l'utilizzo del *bio-feedback* (Wiederhold *et al.*, 2002) e la simulazione del movimento renda migliore l'esposizione in VR. (Mühlberger *et al.*, 2003).

### *Acrofobia*

Per quanto riguarda l'acrofobia (paura delle altezze), una ricerca effettuata su un campione di 33 partecipanti acrofobici ha confrontato due condizioni di trattamento (VRET ed esposizione *in vivo*). I risultati hanno mostrato che la VR-ET era efficace quanto il trattamento dell'esposizione *in vivo* nel ridurre i sintomi dell'acrofobia; inoltre, i risultati sono stati mantenuti fino a

Angela Benigni, Domenica Casieri, Giuseppe Romano

6 mesi di *follow-up* (Emmelkamp *et al.*, 2002). Risultati positivi sono stati trovati anche in un altro studio, condotto da Coelho *et al.* (2008): si sono evidenziati progressi significativi rispetto all'ansia e al comportamento di evitamento quando i partecipanti si sono trovati di fronte a circostanze di altezza reale; questi risultati sono stati mantenuti nel *follow-up* di 1 anno. Molti gruppi di ricerca hanno compreso l'importanza di includere misure fisiologiche oggettive nei protocolli di trattamento con la VR: Wilhelm *et al.* (2005) hanno messo 20 partecipanti non fobici in un ascensore virtuale durante il monitoraggio della frequenza cardiaca e della conduttanza cutanea per determinare se la VR era in grado di elicitare sia i sistemi di attivazione comportamentale (BA) che di inibizione comportamentale (BI). Il confronto tra i gruppi con alta e bassa ansia non ha rivelato differenze statisticamente significative nella frequenza cardiaca (BA) ma ha rivelato una differenza nella conduttanza cutanea (BI). Quando le persone si espongono *in vivo*, entrambi i sistemi vengono attivati. La progressione dei sistemi VR nella simulazione della realtà può colmare questa divergenza e portare all'attivazione di entrambi i sistemi.

### *Claustrofobia*

Pochi studi esistono riguardo l'utilizzo della VR-ET nel trattamento della claustrofobia (paura degli spazi chiusi) ma i risultati sono incoraggianti.

Nel 1998, Botella e colleghi, hanno sviluppato il primo software VR-ET per il trattamento della claustrofobia. Questo primo studio ha mostrato un miglioramento dei sintomi claustrofobici e tale miglioramento è stato mantenuto ad un mese di *follow-up*. Un secondo studio (Botella *et al.*, 1999) ha suggerito che la VR-ET ha avuto un effetto su altri sintomi specifici che non sono stati trattati. Gli autori hanno concluso che la VR-ET si è dimostrata efficace nel ridurre la paura degli spazi chiusi, nell'aumentare l'autoefficacia nelle situazioni claustrofobiche e nel migliorare altri problemi non specificamente trattati. Inoltre, i cambiamenti sono stati mantenuti a tre mesi dal trattamento. Un successivo studio con un *follow-up* di tre mesi ha dimostrato l'efficacia della VR-ET nel trattamento della claustrofobia (Botella *et al.*, 2000). Quattro partecipanti hanno preso parte allo studio. Il trattamento è stato suddiviso in otto sessioni: ogni sessione di VR-ET durava circa 35–45 minuti. Le istruzioni del terapeuta durante sessioni di VR-ET erano simili a quelle usate nelle normali esposizioni *in vivo*. I risultati hanno supportato l'efficacia del VR-ET per il trattamento della claustrofobia; inoltre, tali risultati sono stati mantenuti al *follow-up* dopo tre mesi. Gli autori concludono che la VR-ET è stata efficace nel ridurre la paura e l'evitamento degli spazi

chiusi e nell'aumentare l'autoefficacia in situazioni claustrofobiche. Un successivo studio (Botella *et al.*, 2002) ha riconfermato questi risultati positivi.

### *Driving phobia*

Gli studi riguardanti la *driving phobia* (paura di guidare o amaxofobia) hanno valutato l'efficacia della combinazione di due tecnologie che coinvolgono ambienti generati dal computer (un gioco di guida e una VR-ET) (Walshe *et al.*, 2003). Lo studio è stato condotto su un campione di 14 partecipanti con diagnosi di *driving phobia* dopo un incidente automobilistico. Il trattamento è stato effettuato per un massimo di dodici sedute. I risultati post-trattamento hanno supportato l'utilità della VR-ET e del gioco di guida al computer nel trattamento di questa fobia anche quando erano presenti condizioni di comorbidità con il disturbo post-traumatico da stress e la depressione. L'efficacia della VR-ET nel trattamento dell'amaxofobia è stata dimostrata anche in un altro studio con *follow-up* di un anno (Wald, 2004). La VR-ET è stata applicata durante otto sessioni settimanali su un campione di 5 partecipanti. I risultati hanno mostrato una riduzione significativa dei sintomi di paura ed evitamento in 3 dei 5 partecipanti che sono stati mantenuti a un anno di *follow-up*. Tuttavia, la VR-ET non ha comportato un aumento della frequenza di guida per nessuno dei partecipanti. L'autore suggerisce che la VR-ET potrebbe essere più utile come intervento preparatorio o coadiuvante per l'esposizione *in vivo* piuttosto che come intervento autonomo.

### *Aracnofobia*

Diverse ricerche sono state effettuate in merito alle fobie specifiche per gli animali, una delle più indagate è l'aracnofobia (paura dei ragni). Una ricerca di Bouchard *et al.* (2006) ha sviluppato un sistema VR-ET utilizzando giochi 3D modificati per consentire gerarchie graduali di stimoli minacciosi; tale sistema è stato testato su 10 partecipanti che sono stati sottoposti a cinque sessioni di trattamento. I risultati hanno mostrato una riduzione significativa dell'evitamento e un miglioramento della percezione di autoefficacia dopo il trattamento. Un'altra ricerca ha confrontato l'efficacia della VR-ET e dell'esposizione *in vivo* rispetto ad un gruppo in lista d'attesa (Michaliszyn *et al.*, 2010). Hanno preso parte allo studio 32 partecipanti che sono stati sottoposti a otto sessioni di trattamento. Sono stati riscontrati miglioramenti clinici e statisticamente significativi sia nel gruppo di esposizione VR-ET che *in vivo*; non sono state trovate differenze significative tra i due gruppi. Gli autori sug-

Angela Benigni, Domenica Casieri, Giuseppe Romano

geriscono che sia l'esposizione *in vivo* che la VR-ET sono metodi efficienti per il trattamento dell'aracnofobia.

#### *Disturbo d'ansia sociale*

Per quanto riguarda il disturbo d'ansia sociale (SAD), gli interventi basati sulla VR utilizzano ambienti sociali generati dal computer (ad esempio aule, sale conferenze) con audio virtuale. Gli studi sul tema hanno rilevato come la VR sia efficace come la CBT tradizionale (Klinger *et al.*, 2005). In una recente ricerca, Bouchard *et al.* (2017), hanno reclutato 59 persone con diagnosi di SAD e le hanno assegnate in modo casuale all'esposizione tradizionale *in vivo*, alla VR-ET ed a una lista di attesa. I partecipanti nelle condizioni di trattamento attivo sono stati sottoposti a quattordici sessioni individuali di CBT con cadenza settimanale con esposizioni eseguite solo *in vivo* o solo in VR. I risultati ed i dati di *follow-up* hanno confermato che entrambi i trattamenti erano più efficaci della condizione di non trattamento e altrettanto efficaci se comparati. Questo dato è in linea con altre ricerche ma Bouchard *et al.* (2017) hanno anche documentato gli sforzi richiesti ai terapeuti per condurre le sessioni di esposizione e hanno trovato importanti vantaggi nel condurre l'esposizione in VR, la quale era significativamente meno faticosa e costosa da condurre rispetto a quella *in vivo*, in termini di facilità di accesso a stimoli rilevanti per indurre l'ansia.

#### *Disturbo post-traumatico da stress*

Nel trattamento del disturbo post-traumatico da stress (PTSD), diversi studi che hanno utilizzato la VRE, hanno riportato un effetto a medio-lungo termine (Oprîş *et al.*, 2012) con risultati superiori rispetto ai gruppi di controllo e comparabili al trattamento di esposizione standard (Gonçalves *et al.*, 2012). Uno studio su 118 persone con PTSD suggerisce che il trattamento tradizionale più efficace si ottiene unendo l'esposizione *in vivo* e immaginativa, in combinazione con la ristrutturazione cognitiva (Bryant *et al.*, 2008). Il trattamento con realtà aumentata coinvolge più efficacemente il paziente nell'esperire il ricordo del trauma (Difede *et al.*, 2006), con risultati incoraggianti per i pazienti che non sono in grado di visualizzare efficacemente un evento traumatico durante l'esposizione immaginativa.

### *Disturbo di panico con agorafobia*

Gli studi sul disturbo di panico con agorafobia (PDA) hanno confermato i risultati ottenuti con gli altri disturbi d'ansia: l'utilizzo dell'esposizione in VR è efficace quanto l'esposizione tradizionale nel trattamento di tali disturbi. Uno studio condotto da Meyerbroeker *et al.* (2013) ha valutato gli effetti della VR-ET sui sintomi agorafobici in un campione di 55 partecipanti, tutti con diagnosi di disturbo di panico e agorafobia. È stato confrontato un gruppo sottoposto a VR-ET e un gruppo alla CBT tradizionale con un gruppo in lista d'attesa. Il trattamento era suddiviso in quattro sessioni di tecniche cognitive e sei sessioni con esposizione virtuale o *in vivo*. Per quanto riguarda i sintomi dell'agorafobia, i risultati non hanno mostrato differenze tra VR-ET e CBT; entrambi erano efficaci rispetto a nessun trattamento. Per i sintomi di panico è stato riscontrato che la CBT era più efficace della VR-ET. Gli autori hanno ipotizzato che i cambiamenti delle cognizioni agorafobiche durante la fase di terapia cognitiva prevedessero cambiamenti successivi nel comportamento di evitamento agorafobico.

### *Disturbo d'ansia generalizzato*

Esistono pochi studi che hanno indagato l'efficacia della VR-ET nel trattamento del disturbo d'ansia generalizzato (GAD). Un primo protocollo di trattamento è stato presentato da Gorini e Riva nel 2008. Tale protocollo ha proposto l'uso della VR per facilitare il processo di rilassamento attraverso la presentazione di immagini rilassanti per favorire le capacità di gestione dell'ansia. Il protocollo di trattamento consta di quattordici sessioni. Gli autori suggeriscono che la presentazione di uno scenario VR rilassante può facilitare l'esercitazione dei partecipanti e la padronanza del rilassamento, rendendo l'esperienza più vivida e reale di quella che la maggior parte delle persone può creare usando la propria immaginazione e memoria; questo innescherebbe un processo di potenziamento all'interno dell'esperienza indotto da un alto senso di presenza. Uno studio su un campione di 12 partecipanti ha proposto di migliorare il trattamento per il GAD attraverso un sistema di *biofeedback* VR che è stato utilizzato per migliorare la capacità di gestione dell'ansia (Pallavicini *et al.*, 2009). Questo sistema è stato testato su un telefono cellulare per consentire ai partecipanti di eseguire l'esperienza VR in un ambiente esterno al *setting* terapeutico. I partecipanti sono stati assegnati ad un trattamento VR con *biofeedback* dove i dati fisiologici controllavano il movimento di onde presenti nello scenario virtuale, per esempio, una riduzione dell'attivazione fisiologica dei partecipanti ridu-

ceva il movimento delle onde (fino a quando l'oceano non diventa completamente calmo); l'altro trattamento è stato effettuato senza *biofeedback* ed entrambi i trattamenti sono stati confrontati con un gruppo in lista d'attesa. I partecipanti che hanno ricevuto l'intervento VR con *biofeedback* hanno riportato una maggiore diminuzione dei punteggi di ansia dopo il trattamento. Per quanto riguarda le risposte fisiologiche dei partecipanti al trattamento di VR con *biofeedback*, è stata riscontrata una tendenza alla diminuzione nella frequenza cardiaca e nella risposta galvanica della pelle. I risultati hanno dimostrato che il *biofeedback* utilizzato in combinazione con la VR, ha aumentato il suo effetto aiutando i partecipanti a controllare meglio le loro risposte fisiologiche ed a valutare il loro successo in modo più efficiente. D'altra parte, gli autori suggeriscono che l'uso dei telefoni cellulari potrebbe risolvere il problema dell'uso della VR nei trattamenti psicologici per quanto riguarda l'impossibilità di utilizzare un sistema VR nel contesto della vita reale del paziente.

#### *Disturbo ossessivo-compulsivo*

Il primo studio sul disturbo ossessivo-compulsivo e la realtà virtuale si è focalizzato sui comportamenti di controllo (Kim *et al.*, 2008). L'obiettivo era di indagare se le persone con DOC si fossero comportate nella realtà virtuale come si comportano nella realtà fisica.

L'ipotesi era che le persone con DOC avrebbero controllato più spesso e sperimentato più ansia rispetto al gruppo di controllo.

La ricerca ha coinvolto 33 persone con DOC e 30 soggetti non clinici: i partecipanti sono stati invitati a svolgere tre tipi di attività nell'ambiente virtuale.

Nella prima attività, i partecipanti erano immersi in un appartamento virtuale e dovevano prepararsi per andare a lavoro; durante la simulazione hanno ricevuto le istruzioni di sfiorare l'interruttore della luce, di aprire una finestra e la porta d'ingresso, di attivare la valvola del gas sulla stufa, di aprire il rubinetto dell'acqua. Tutti gli stimoli virtuali sono rimasti attivi alla fine di questa prima fase.

La seconda attività ha riguardato un compito distrattore con l'intenzione di spostare l'attenzione dalle attività precedentemente compiute: i partecipanti dovevano scegliere vari oggetti (ad esempio, un ombrello o un libro).

Nella terza attività, i partecipanti sono stati invitati a controllare liberamente tutto l'appartamento prima di lasciarlo. Sono stati misurati il numero dei rituali di controllo ed il tempo impiegato per effettuare tali comportamenti.

I risultati riportano che il campione clinico ha impiegato molto più tempo per controllare ed ha eseguito un numero maggiore di comportamenti di controllo; tuttavia, i risultati non sono clinicamente significativi.

I punteggi di ansia prima dei comportamenti di controllo erano significativamente più alti nel gruppo con DOC, inoltre, dopo i comportamenti di controllo, i livelli di ansia erano positivamente correlati con la gravità dei sintomi ossessivi ed il tempo impiegato per eseguire il controllo.

Questo studio suggerisce che la VR è in grado di provocare ansia e può essere quindi utilizzata per riproporre situazioni di vita reale che normalmente fungono da stimoli attivanti nei pazienti con DOC.

Gli stessi ricercatori, in un successivo studio del 2010, hanno esaminato più accuratamente la possibilità di utilizzare gli ambienti virtuali per valutare i comportamenti di controllo nelle persone con DOC.

Le tre attività proposte nel precedente studio sono state modificate con l'aggiunta di un secondo ambiente virtuale (un ufficio in cui i partecipanti dovevano prepararsi per tornare a casa), inoltre, è stata condotta una valutazione più elaborata dei tipici comportamenti di controllo ossessivi, come la frequenza del controllo, il tempo impiegato per fissare un oggetto durante il comportamento di controllo, la lunghezza della traiettoria percorsa durante l'esposizione ed il tempo impiegato per eseguire i rituali di controllo.

Il numero di oggetti spenti o disattivati almeno una volta era simile in entrambi i gruppi sperimentali (circa il 70%).

Le persone con DOC differivano in modo statisticamente significativo dal gruppo di controllo in quanto eseguivano i comportamenti di controllo circa tre volte in più, trascorrevano il doppio del tempo a guardare gli stimoli durante il controllo, percorrevano traiettorie più lunghe negli ambienti virtuali e passavano più tempo a controllare.

Si è osservata una correlazione tra la severità del DOC e la frequenza e durata dei rituali di controllo così come con il tempo di fissazione degli stimoli durante il controllo.

In un'ulteriore ricerca (Kim *et al.*, 2012) su pazienti con DOC di controllo, è stato replicato l'esperimento con l'appartamento virtuale con tre gruppi di partecipanti suddiviso in base alla valutazione dei sintomi in: persone con DOC la cui compulsione principale era costituita da comportamenti di controllo (n = 22), persone con DOC senza rituali di controllo (n = 17) e persone appartenenti al gruppo non clinico (n = 31).

Il tempo dedicato al controllo è stato isolato dal tempo generale trascorso nell'appartamento virtuale. La percentuale di oggetti spenti almeno una volta (circa il 60%) era analoga in tutti e tre i gruppi.

I soggetti con DOC di controllo differivano in alcune reazioni: hanno impiegato più tempo a controllare, hanno trascorso più tempo nell'apparta-

mento prima di uscire e si sono spostati più spesso nell'ambiente rispetto ai soggetti con DOC senza comportamenti di controllo.

Il comportamento di controllo ed il tempo di osservazione degli stimoli erano maggiori nel gruppo di soggetti con DOC di controllo, tuttavia, tale risultato non è statisticamente significativo.

I risultati di questa serie di studi di Kim e collaboratori hanno dimostrato che, in alcune situazioni, le persone che soffrono di disturbo ossessivo-compulsivo con comportamenti di controllo, reagiscono in modo diverso dalle altre persone e, coerentemente con le aspettative su questa popolazione clinica, mostrano più ansia, passano più tempo a controllare ripetutamente e percorrono distanze maggiori.

La paura della contaminazione è il secondo aspetto del DOC che è stato esaminato dalle ricerche sulla realtà virtuale.

Un team di ricercatori canadesi ha sviluppato diversi ambienti virtuali per il timore di contaminazione, controlli, dubbi e immagini intrusive. Per le ossessioni e le compulsioni legate alla contaminazione, è stato sviluppato un bagno pubblico virtuale: questo prevedeva tre livelli di sporcizia (es. dal pavimento pulito a sporco con pareti sporche e siringhe usate sui piani del lavello). Il bagno pubblico virtuale è stato testato per valutare il timore di contaminazione e i relativi rituali e vedere se potesse suscitare ansia nei pazienti con disturbo ossessivo-compulsivo e se la loro reazione emotiva differisse dal gruppo di controllo.

Il campione era composto da 12 persone con DOC da contaminazione e 20 persone facenti parte del gruppo non clinico.

I risultati riportano un netto aumento dell'ansia tra i partecipanti con DOC ma non nel gruppo di controllo (Laforest *et al.*, 2016).

Per affrontare in modo più ampio i sintomi clinici del DOC oltre la paura della contaminazione, è stato allestito un appartamento virtuale con cose potenzialmente contaminanti come il pollo crudo, cibo avariato, sangue ed immagini relative a malattie e morte, servizi igienici.

Prima di iniziare l'immersione nell'ambiente virtuale era possibile selezionare e visualizzare stimoli legati ai rituali di controllo come la stufa accesa, gli elettrodomestici, gli interruttori della luce, le porte, le finestre.

Altre opzioni selezionabili da visualizzare nell'appartamento virtuale avevano lo scopo di affrontare il dubbio patologico con immagini relative all'aggressività, alla sessualità, all'omosessualità ed era possibile visualizzarle sia come flash (per un secondo o meno) o nella visione periferica e scomparivano quando la persona si voltava per guardarli direttamente.

Questi studi documentano che gli stimoli virtuali possono suscitare ansia nonostante non si è in presenza di un pericolo reale.

Il terzo aspetto esaminato dalle ricerche, in merito all'utilizzo della realtà

virtuale nella cura del DOC, riguarda le compulsioni legate alla simmetria, all'ordine e al perfezionismo. Le persone che soffrono di questa tipologia di DOC hanno comportamenti compulsivi rigidi e ripetitivi per mettere le cose "nel giusto ordine" (Clark, 2004; Ecker *et al.*, 2014). Queste persone possono spendere molto tempo per ordinare, organizzare e riposizionare gli oggetti.

Un gruppo di ricerca italiano ha utilizzato la VR per misurare le dimensioni cliniche del DOC (La Paglia *et al.*, 2014; Raspelli *et al.*, 2010). Il lavoro era volto a convalidare un nuovo test psicometrico sensibile al danno neuropsicologico.

In questo studio sono state reclutate 30 persone con DOC e 30 appartenenti ad un gruppo di controllo. Lo scopo era quello di valutare le funzioni esecutive e la capacità dei partecipanti di tracciare un percorso per risolvere i problemi della vita quotidiana. Dopo una sessione di allenamento, i partecipanti sono stati invitati ad entrare in un supermercato, selezionare ed acquistare vari prodotti (frutta, verdura, alimenti congelati, articoli per il giardinaggio, articoli per animali...). Ai partecipanti è stato permesso di pianificare e scegliere la sequenza di azioni per completare l'attività, seguendo però alcune regole specifiche: non entrare nella stessa corsia più di una volta, non entrare in nessuna corsia eccetto che per prendere un articolo, non acquistare più di un articolo della stessa categoria e non parlare con lo sperimentatore.

Tre risultati importanti sono emersi dalla ricerca: in primo luogo, i punteggi ai test neuropsicologici dei pazienti con DOC rientravano nel *range* di normalità, sebbene fossero significativamente peggiori rispetto ai partecipanti del gruppo di controllo.

In secondo luogo, rispetto al gruppo di controllo, i partecipanti con DOC hanno riportato livelli inferiori di attenzione divisa e più errori (in totale e relativi alle regole specifiche), strategie più inefficienti di auto-correzione ed hanno impiegato più tempo per completare l'intera attività.

Dunque, la realtà virtuale può essere utilizzata per valutare la pianificazione, la risoluzione dei problemi, l'attenzione divisa e la flessibilità mentale nelle persone con DOC.

La realtà virtuale, inoltre, permette di registrare e analizzare il comportamento delle persone con DOC: poiché il software VR tiene traccia e registra ogni azione eseguita dall'utente, i terapeuti hanno accesso a un insieme più ampio di informazioni riguardo al paziente (ad esempio le ripetizioni, le traiettorie seguite per esplorare l'ambiente, il tempo impiegato, le esitazioni quando viene a contatto con specifici oggetti, il tipo di oggetti evitati, ecc.), ed è possibile anche tracciare la posizione dell'utente e le sue rotazioni della testa.

## Discussione

La letteratura scientifica suggerisce che la realtà virtuale si dimostra promettente nel trattamento di diversi disturbi psicologici, tra cui i disturbi d'ansia, inoltre, potrebbe fornire un contributo potenzialmente importante nella cura dei pazienti.

Diverse *reviews* hanno rilevato che le ricerche finora condotte sull'utilizzo della realtà virtuale nel trattamento dei disturbi psicologici risultano avere un rigore metodologico basso e dei campioni piccoli (McCann *et al.*, 2014; Page *et al.*, 2016).

Questi dati forniscono una spiegazione del motivo per cui, in diverse ricerche esaminate, non ci sono differenze significative nei risultati raggiunti tra l'esposizione *in vivo* e l'esposizione in realtà virtuale.

I risultati di una successiva meta-analisi (Opriş *et al.*, 2012) che ha confrontato la VR-ET con altri tipi di interventi *evidence-based*, è giunta a conclusioni interessanti in merito l'uso della realtà virtuale nel trattamento dei disturbi d'ansia: in primo luogo, i pazienti che si sono sottoposti all'esposizione in VR hanno mostrato un miglioramento rispetto a quelli in lista d'attesa. In secondo luogo, i risultati post-trattamento hanno mostrato un'efficacia simile tra gli interventi CBT che hanno incorporato la realtà virtuale e quelli che non l'hanno utilizzata. In terzo luogo, è stato dimostrato che la VR-ET ha un forte impatto nella vita reale e c'è una buona stabilità dei risultati nel tempo, simile a quello dei classici trattamenti *evidence-based*. Inoltre, non ci sono differenze nel tasso di *drop-out* tra l'esposizione in VR e l'esposizione *in vivo*. Nello stesso tempo, la letteratura riporta che la VR-ET presenta diversi vantaggi nel trattamento dei disturbi d'ansia: *in primis*, vi è l'elevato grado di controllo del terapeuta nel generare gli stimoli di intensità diversa a seconda della specifica necessità del paziente e, in caso di eccessiva attivazione emotiva, interrompere l'esposizione. Inoltre, durante l'esposizione in VR, il terapeuta potrà ritagliare e ripetere una specifica porzione di un evento più complesso per lavorare esattamente sullo stimolo critico per il paziente, eludendo quegli aspetti concomitanti poco rilevanti.

C'è, inoltre, da considerare che le esposizioni a determinati stimoli, le quali *in vivo* risulterebbero costose, impraticabili o addirittura pericolose, grazie alla realtà virtuale risultano applicabili e ripetibili nello studio del terapeuta.

Un limite presente nella maggior parte dei software di esposizione in VR è che gli scenari sono preimpostati per ogni specifico disturbo ed è possibile progredire lungo la gerarchia passando da uno scenario all'altro.

## **Sviluppi futuri**

I limiti riscontrati nei software di esposizione in VR, potrebbero essere superati attraverso lo sviluppo di un software che permette di strutturare una terapia mirata alla specifica problematica del paziente grazie alla possibilità di manipolare un maggior numero di variabili all'interno di ogni singolo scenario, alla possibilità di introdurre volti o luoghi familiari al paziente e grazie alla possibilità di introdurre stimolazioni provenienti da diversi canali sensoriali (tatto, olfatto, udito, percezione di movimento) che rendono l'esperienza quanto più realistica possibile.

Il software, in corso di realizzazione, sarà architettato su diversi moduli: ci sarà un'area dedicata all'anamnesi in cui sarà possibile inserire i dati iniziali ed i test somministrati al paziente; un'area sarà dedicata all'esposizione in VR nella quale sarà possibile scegliere, per ogni disturbo, lo scenario più adatto alla specifica paura del paziente; nella terza area, dedicata al monitoraggio, sarà possibile verificare i progressi della terapia; ed infine, una quarta area sarà riservata all'analisi dei dati in cui saranno raccolte informazioni di tipo statistico ricavate dalle terapie effettuate sullo specifico *cluster* clinico.

Le esposizioni avverranno in realtà virtuale e aumentata, all'interno di ogni scenario sarà possibile regolare una serie di parametri come la distanza, la grandezza, l'altezza dall'oggetto/situazione temuta; inoltre, sarà possibile una stimolazione di più organi di senso attraverso l'utilizzo di audio, pedane omnidirezionali, stimoli olfattivi che permetteranno al paziente di vivere un'esperienza quanto più realistica possibile.

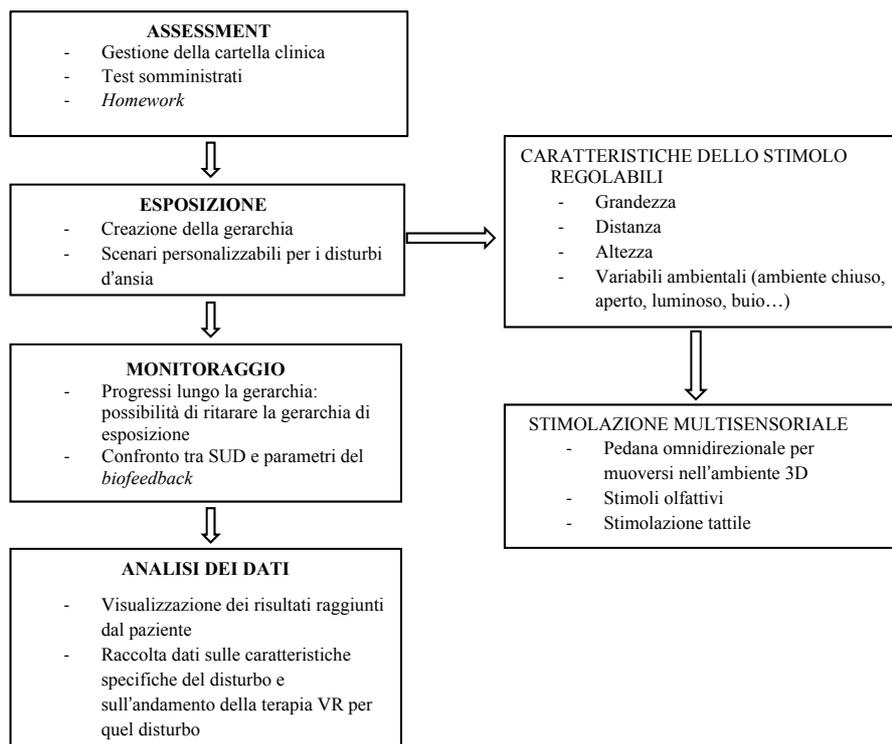
Il software monitorerà il progredire lungo la gerarchia di esposizione e nello stesso tempo, grazie al *biofeedback*, registrerà i parametri fisiologici nei diversi momenti del trattamento, permettendo di comprendere in seguito a quali stimoli c'è un'aumento dell'ansia e quando c'è un decremento e consentendo al paziente una maggior capacità di autoregolazione grazie alla comparazione del livello soggettivo di disagio con i parametri fisiologici registrati dal *biofeedback*.

Il software, inoltre, permetterà di aumentare e diminuire gradualmente l'intensità dell'esposizione ogni volta che è necessario durante la terapia; in questo modo, il terapeuta potrà interagire dinamicamente con il paziente ed effettuare una seduta di esposizione con il controllo di tutti i parametri.

Ci sarà la possibilità di visualizzare la registrazione dei parametri attraverso un grafico che sarà utile sia nella fase di discussione con il paziente di quanto emerso dalla singola seduta, sia nel monitorare l'andamento della terapia. Un'area del software riguarderà l'analisi dei dati che saranno raggruppati in base al *cluster* clinico: tali dati permetteranno di avere informazioni più dettagliate sulle caratteristiche di ogni specifico disturbo e sull'an-

damento della terapia per quel disturbo; inoltre, ci sarà una sezione dedicata al *follow-up* che consentirà di comprendere i benefici a medio-lungo termine sia nel singolo paziente che nel *cluster* clinico di appartenenza.

Graf. 1 – Strutturazione del software di esposizione in VR



Prima di accedere all'esposizione in realtà virtuale, sono previste cinque sessioni caratterizzate da: anamnesi socio-familiare, storia del disturbo, psico-educazione riguardo al disturbo specifico, analisi della motivazione all'esposizione in VR, informazioni circa il processo di questa specifica tipologia di esposizione.

La fase successiva è costituita da sessioni di Esposizioni in VR in cui il paziente progredisce a un ritmo personalizzato lungo una gerarchia di esposizione graduata.

Ogni fase della gerarchia può essere ripetuta fino a quando l'ansia del paziente diminuisce in modo significativo, sulla base del disagio soggettivo del paziente e dall'osservazione e valutazione dei parametri registrati dal *biofeedback*.

Durante l'esposizione in VR, il terapeuta monitorerà il coinvolgimento emotivo del paziente e discuterà come evitare eventuali comportamenti protettivi.

Il software permetterà dunque di seguire e registrare l'andamento della terapia durante le diverse fasi: assessment, esposizione, monitoraggio e *follow-up*.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Abramowitz J.S., Deacon B.J., Whiteside S.P.H. (2019). *Exposure Therapy for Anxiety: Principles and Practice*. Second edition. New York: The Guildford Press.
- Bandelow B., Reitt M., Rover C., Michaelis S., Gorlich Y., Wedekind D. (2015). Efficacy of treatments for anxiety disorders: a meta-analysis. *Boy*, 30(4): 183-192. DOI: 10.1097/YIC.0000000000000078
- Botella C., Baños R.M., Perpiñá C., Villa H., Alcañiz M., Rey A. (1998). Virtual reality treatment of claustrophobia: A case report. *Behaviour Research and Therapy*, 36(2): 239-246. DOI: 10.1016/S0005-7967(97)10006-7
- Botella C., Baños R.M., Villa H., Perpiñá C., García-Palacios A. (2000). Virtual reality in the treatment of claustrophobic fear: A controlled, multiple-baseline design. *Behavior Therapy*, 31(3): 583-595. DOI: 10.1016/S0005-7894(00)80032-5
- Botella C., Villa H., Baños R., Perpiñá C., García-Palacios A. (1999). The treatment of claustrophobia with virtual reality: Changes in other phobic behaviors not specifically treated. *CyberPsychology and Behavior*, 2(2): 135-141. DOI: 10.1089/cpb.1999.2.135
- Bouchard S., Côté S., St-Jacques J., Robillard G., Renaud P. (2006). Effectiveness of virtual reality exposure in the treatment of arachnophobia using 3D games. *Technology and Health Care*, 14(1): 19-27. DOI: 10.3233/THC-2006-14103
- Bouchard S., Dumoulin S., Robillard G., Guitard T., Klinger E., Forget H. *et al.* (2017). Virtual reality compared with in vivo exposure in the treatment of social anxiety disorder: A three arm randomised controlled trial. *British Journal of Psychiatry*, 210(4): 276-283. DOI: 10.1192/bjp.bp.116.184234
- Bryant R.A., Moulds M.L., Guthrie R.M., Dang S.T., Mastrodomenico J., Nixon R.D.V., Felmingham K.L., Hopwood S., Creamer M. (2008). A randomized controlled trial of exposure therapy and cognitive restructuring for posttraumatic stress disorder. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 76(4): 695-703. DOI: 10.1037/a0012616
- Cieślik B., Mazurek J., Rutkowski S., Kiper P., Turolla A., Szczepańska-Gieracha J. (2020). Virtual reality in psychiatric disorders: A systematic review of reviews. *Complementary Therapies in Medicine*, 52, 102480. DOI: 10.1016/j.ctim.2020.102480
- Coelho C.M., Silva C.F., Santos J.A., Tichon J., Wallis G. (2008). Contrasting the effectiveness and efficiency of virtual reality and real environments in the treatment of acrophobia. *PsychNology Journal*, 6(2): 203-216.
- Difede J., Cukor J., Patt I., Giosan C., Hoffman H. (2006). The application of vir-

- tual reality to the treatment of PTSD following the WTC attack. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1071: 500-501. DOI: 10.1196/annals.1364.052
- Emmelkamp P.M.G., Krijn M., Hulsbosch A.M., De Vries S., Schuemie M.J. *et al.* (2002). Virtual reality treatment versus exposure in vivo: A comparative evaluation in acrophobia. *Behaviour Research and Therapy*, 40(5): 509-516. DOI: 10.1016/s0005-7967(01)00023-7
- Ferrand M., Ruffault A., Tytelman X., Flahault C., Négovanska V. (2015). A cognitive and virtual reality treatment program for the fear of flying. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 86(8): 723-727. DOI: 10.3357/AMHP.4211.2015
- Gonçalves R., Pedrozo A.L., Coutinho E.S.F., Figueira I., Ventura P. (2012). Efficacy of virtual reality exposure therapy in the treatment of PTSD: a systematic review. *PLoS One*, 7(12): e48469. DOI: 10.1371/journal.pone.0048469
- Gorini A., Riva G. (2008). The potential of virtual reality as anxiety management tool: A randomized controlled study in a sample of patients affected by generalized anxiety disorder. *Trials*, 9(1): 25. DOI: 10.1186/1745-6215-9-25
- Kahan M., Tanzer J., Darvin D., Borer F. (2000). Virtual reality-assisted cognitive-behavioral treatment for fear of flying: acute treatment and follow-up. *Cyberpsychology Behavior*, 3: 387-392. DOI: 10.1089/10949310050078832
- Kim K., Kim C.-H., Cha K.R., Park J., Han K., Kim Y.K., Kim J., Kim I.Y., Kim S.I. (2008). Anxiety provocation and measurement using virtual reality in patients with obsessive-compulsive disorder. *CyberPsychology and Behavior*, 11(6): 637-641. DOI: 10.1089/cpb.2008.0003
- Kim K., Roh D., Kim S.I., Kim C.H. (2012). Provoked arrangement symptoms in obsessive-compulsive disorder using a virtual environment: A preliminary report. *Computers in Biology and Medicine*, 42: 422-427. DOI: 10.1016/j.combiomed.2011.12.010
- Klinger E., Bouchard S., Légeron P. *et al.* (2005). Virtual reality therapy versus cognitive behavior therapy for social phobia: a preliminary controlled study. *Cyberpsychology and Behavior*, 8(1): 76-88. DOI: 10.1089/cpb.2005.8.76
- Krijn M., Emmelkamp P.M.G., Ólafsson R.P. *et al.* (2007). Fear of flying treatment methods: virtual reality exposure vs. cognitive behavioral therapy. *Aviation, Space Environmental Medicine*, 78(2): 121-128. DOI: <https://hdl.handle.net/11245/1.280210>
- La Paglia F., Cascia L., Rizzo R., Cangialosi F., Sanna M., Riva G., La Barbera D. (2014). Cognitive assessment of OCD patients: NeuroVR vs neuropsychological test. In: B.K. Wiederhold B.K., Riva G. (eds.), *Annual review of cybertherapy and telemedicine*. , 12, 40-44. DOI: 10.3233/978-1-61499-401-5-40
- Laforest M., Bouchard S., Créteu A.-M., Mesly O. (2016). Inducing an anxiety response using a contaminated virtual environment: Validation of a therapeutic tool for obsessive-compulsive disorder. *Frontiers in ICT*, 3(18): 1-11. DOI: 10.3389/fict.2016.00018
- Maples-Keller J.L., Bunnell B.E., Kim S.J., Rothbaum B.O. (2017). Review: The Use of Virtual Reality Technology in the Treatment of Anxiety and Other Psy-

- chiatric Disorders. *Harvard Review of Psychiatry*, 25(3): 103-113. DOI: 10.1097/HRP.0000000000000138
- Meyerbroeker K., Morina N., Kerkhof G.A., Emmelkamp P.M.G. (2013). Virtual reality exposure therapy does not provide any additional value in agoraphobic patients: A randomized controlled trial. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 82(3): 170-176. DOI : 10.1159/000342715
- Michaliszyn D., Marchand A., Bouchard S., Martel M.O., Poirier-Bisson J. (2010). A randomized, controlled clinical trial of in virtuo and in vivo exposure for spider phobia. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 13(6): 689-695. DOI: 10.1089/ cyber.2009.0277
- Mühlberger A., Wiedemann G., Weik A. (2003). Efficacy of a one-session virtual reality exposure treatment for fear of flying. *Psychotherapy Research*, 13(3): 323-336. DOI: 10.1093/ptr/kpg030
- Oprîş D., Pinte S., García-Palacios A., Botella C., Szamosközi Ş., David D. (2012). Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a quantitative meta-analysis. *Depression and Anxiety*, 29(2): 85-93. DOI: 10.1002/da.20910
- Raselli S., Carelli L., Morganti F., Poletti B., Corra B., Silani V. *et al.* (2010). Implementation of the multiple errands test in a NeuroVR-supermarket. *Studies in Health Technology and Informatics*, 154: 115-119. DOI: 10.3233/978-1-60750-561-7-115
- Repetto C., Riva G. (2011). From virtual reality to interreality in the treatment of anxiety disorders. *Neuropsychiatry*, 1(1): 31-43. DOI: 10.2217/npv.11.5
- Rizzo A., Bouchard S. (2019). *Virtual Reality for Psychological and Neurocognitive Interventions*. Berkshire (UK): Springer.
- Rothbaum B.O., Hodges L., Smith S., Lee J.H., Price L. (2000). A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68(6): 1020-1026. DOI: 10.1037/0022-006X.68.6.1020
- Triscari M.T., Faraci P., Catalisano D., D'Angelo V., Urso V. (2015). Effectiveness of cognitive behavioral therapy integrated with systematic desensitization, cognitive behavioral therapy combined with eye movement desensitization and reprocessing therapy, and cognitive behavioral therapy combined with virtual reality exposure therapy methods in the treatment of flight anxiety: a randomized trial. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 11: 2591-2598. DOI: 10.2147/ NDT.S93401
- Wald J. (2004). Efficacy of virtual reality exposure therapy for driving phobia: A multiple base-line across-subjects design. *Behavior Therapy*, 35(3): 621-635. DOI: 10.1016 s0005-7894(04)80035-2
- Walshe D.G., Lewis E.J., Kim S.I., O'Sullivan K., Wiederhold B.K. (2003). Exploring the use of computer games and virtual reality in exposure therapy for fear of driving following a motor vehicle accident. *CyberPsychology and Behavior*, 6(3): 329-334. DOI: 10.1089/109493103322011641
- Wiederhold B.K., Jang D.P., Gevirtz R.G., Kim S.I., Kim I.Y., Wiederhold M.D. (2002). The treatment of fear of flying: a controlled study of imaginal and virtual

Angela Benigni, Domenica Casieri, Giuseppe Romano

reality graded exposure therapy. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*, 6(3): 218-223.  
DOI: 10.1109/titb.2002.802378

Wiederhold B.K., Wiederhold M.D. (2003). Three-Year Follow-up for Virtual Reality Exposure for Fear of Flying. *CyberPsychology & Behavior*, 6(4): 441-445.  
DOI: 10.1089/109493103322278844

Wilhelm F.H., Pfaltz M.C., Gross J.J., Mauss I.B., Kim S.I., Wiederhold B.K. (2005). Mechanisms of virtual reality exposure therapy: The role of the Behavioral activation and behavioural inhibition systems. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(3): 271-284. DOI: 10.1007/s10484-005-6383-1